COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-SEPTIEME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1903.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1903

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1903,

PRÉSIDÉE PAR M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *J.-W. Gibbs*, Correspondant pour la Section de Mécanique, décédé à New-Haven (Connecticut), le 28 avril 1903, et insiste sur l'importance de ses travaux de Chimie mathématique.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur un mode simple d'écoulement des nappes d'eau d'infiltration à lit horizontal, avec rebord vertical tout autour, lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Après avoir étudié le cas simple ([1]) de dénivellations h très petites par rapport aux profondeurs H de la nappe sous le plan horizontal du seuil de la source, considérons le cas, opposé, où le fond imperméable se con-

([1]) Voir l'avant-dernier *Compte rendu* (séance du 22 juin 1903, t. CXXXVI, p. 1511).

fond avec ce plan horizontal et où, par suite, H s'annule. Les équations (2) et (3) de ma Note précédente deviennent

$$(1)\quad \begin{cases} 2\mu \dfrac{dh}{dt} = \dfrac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h^2}{dx}\right) + \dfrac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h^2}{dy}\right), \\ (\text{sur le cont. libre } \chi)\ h = 0, \qquad (\text{sur le cont. paroi } \chi_1)\ \dfrac{dh}{dn} = 0. \end{cases}$$

» L'équation indéfinie n'étant pas linéaire, l'intégration générale de ce système paraît inabordable. Aussi nous bornerons-nous à lui chercher une solution particulière, celle qui exprimera la forme vers laquelle tend la surface libre, s'il lui arrive de se régler comme dans le cas précédent, c'est-à-dire de garder très sensiblement, après une période préparatoire, d'invariables rapports entre toutes ses ordonnées h, ensemble décroissantes.

» II. Prenons pour état initial cette forme limite, que nous appellerons h_0, censée acquise ainsi par la fonction h au bout d'un certain temps; et, en comptant désormais t à partir de la fin de ce temps choisie comme nouvelle origine, nous aurons pour h le produit, $h_0\mathrm{T}$, de h_0, fonction de x et de y, par une fonction, T, à valeur *initiale* 1, du temps t seul. Or l'équation indéfinie ci-dessus, divisée par $\mu\mathrm{T}h$, c'est-à-dire par $\mu\mathrm{T}^2h_0$, devient alors

$$2\frac{\mathrm{T}'}{\mathrm{T}^2} = \frac{1}{\mu h_0}\left[\frac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\frac{d.h_0^2}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\frac{d.h_0^2}{dy}\right)\right].$$

» Ses deux membres, indépendants, le premier, de x et de y, le second, de t, se réduisent nécessairement à une constante, -2α. L'on a donc, d'une part, grâce à une intégration immédiate,

$$(2)\qquad \frac{1}{\mathrm{T}} = 1 + \alpha t, \qquad \text{ou} \qquad \mathrm{T} = \frac{1}{1+\alpha t}, \qquad h = \frac{h_0}{1+\alpha t};$$

et, d'autre part, pour déterminer, avec α, la forme de h_0, le système

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{d}{dx}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h_0^2}{dx}\right) + \dfrac{d}{dy}\left(\mathrm{K}\dfrac{d.h_0^2}{dy}\right) + 2\alpha\mu h_0 = 0, \\ (\text{sur le cont. libre } \chi)\ h_0 = 0, \qquad (\text{sur le cont. paroi } \chi_1)\ \dfrac{dh_0}{dn} = 0. \end{cases}$$

» Les flux $\mathrm{K}\dfrac{dh}{dn}h$, ou $\left(\mathrm{K}h_0\dfrac{dh_0}{dn}\right)\mathrm{T}^2$, à travers l'unité de longueur de coupes verticales quelconques faites dans la nappe, seront tous proportionnels à T^2. Par suite, le débit Q du seuil ou de la source décroîtra comme l'inverse du carré $(1+\alpha t)^2$.

» III. Supposons que, μ, K étant constants et la coordonnée y disparais-

sant des équations, le plan de la nappe soit la bande, de longueur indéfinie et de largeur L, comprise entre le *seuil* rectiligne $x=0$ et la *crête* parallèle $x=\mathrm{L}$, *thalweg* et *faîte* où l'on aura ainsi, respectivement, $h_0=0$ et $\frac{dh_0}{dx}=0$. En vue de simplifier nos équations, posons

$$(4)\qquad \xi=\frac{x}{\mathrm{L}},\qquad \eta=\frac{h_0}{\mathrm{M}},\qquad \alpha=\frac{3c^2\mathrm{KM}}{2\mu\mathrm{L}^2},$$

formules où ξ, η seront, pour tenir lieu de x et de h_0, une nouvelle variable indépendante et une nouvelle fonction, croissantes toutes deux de zéro à 1, où, par conséquent, M est la valeur de h_0 pour $x=\mathrm{L}$ et où, enfin, c désigne une constante positive, convenablement choisie. Le système (3), dans lequel les dérivées pourront s'indiquer par des accents, deviendra

$$(5)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2.\eta^2}{d\xi^2}+3c^2\eta=0, \qquad \text{ou} \qquad 2\dfrac{d.\eta\eta'}{d\xi}+3c^2\eta=0,\\ (\text{pour } \xi=0)\ \eta=0, \qquad (\text{pour } \xi=1)\ \eta'=0 \text{ et } \eta=1. \end{cases}$$

» Multiplions l'équation indéfinie par $\eta\eta'\,d\xi$ ou par $\eta\,d\eta$; et intégrons, en tenant compte des conditions relatives à $\xi=1$. Nous aurons l'équation différentielle première du profil de la surface :

$$(6)\qquad \eta^2\eta'^2=c^2(1-\eta^3);\qquad \text{d'où}\qquad \frac{d\eta}{d\xi}=\frac{c\sqrt{1-\eta^3}}{\eta}.$$

Et une deuxième intégration, effectuée, après séparation des variables, à partir de la limite inférieure $\xi=0$ où η s'annule, donnera l'équation finie du même profil :

$$(7)\qquad c\xi=\int_0^\eta \frac{\eta\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}}.$$

» L'abscisse *proportionnelle* ξ de la surface libre est donc une certaine intégrale elliptique de l'ordonnée *analogue* η. Enfin, comme ξ, η atteignent en même temps leur limite supérieure 1, la constante c est, d'après (7),

$$(8)\qquad c=\int_0^1 \frac{\eta\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}}.$$

» Pour la calculer, posons $\eta=\gamma^{\frac{1}{3}}$; ce qui, transformant l'expression de c en $\frac{1}{3}\int_0^1 \gamma^{\frac{2}{3}-1}(1-\gamma)^{\frac{1}{2}-1}\,d\gamma$, donne l'intégrale eulérienne $\frac{1}{3}\mathrm{B}\left(\frac{2}{3},\frac{1}{2}\right)$,

égale à $\frac{\frac{1}{3}\Gamma(\frac{2}{3})\Gamma(\frac{1}{2})}{\Gamma(\frac{2}{3}+\frac{1}{2})}$ ou à $\frac{\sqrt{\pi}}{2}\frac{\Gamma(\frac{5}{3})}{\Gamma(\frac{7}{6})}$, vu que $\Gamma(\frac{1}{2})=\sqrt{\pi}$ et que $\frac{2}{3}\Gamma(\frac{2}{3})=\Gamma(\frac{5}{3})$. Donc

$$(9) \qquad c=\frac{\sqrt{\pi}}{2}\frac{\Gamma(\frac{5}{3})}{\Gamma(\frac{7}{6})}=0,86236 \text{ (environ)},$$

le calcul numérique s'effectuant par la Table de Legendre pour les logarithmes décimaux de $\Gamma(n)$ dans l'intervalle des deux limites $n=1$ et $n=2$.

» Il n'y a ainsi, pour l'équation de la nappe entre ses deux coordonnées *relatives* ξ, η, qu'une forme *unique* (sans aucun paramètre variable) qui assure sa propre conservation aux diverses époques t. Et, en effet, l'on rend indépendante de la *donnée* M l'expression, $h_0 T$ ou $M\eta T=\frac{M}{\alpha}\frac{\alpha\eta}{1+\alpha t}$, de h, en l'écrivant, grâce à la dernière relation (4), $\frac{2\mu L^2\eta}{3c^2K}\left(\frac{1}{\alpha}+t\right)^{-1}$, et en posant $\frac{1}{\alpha}+t=\tau$ ou reculant de $\frac{1}{\alpha}$, dans le passé, l'origine des temps t, que l'on désigne alors par τ. Il vient, d'abord, pour la dénivellation h, et, ensuite, pour sa valeur maxima actuelle (correspondant à $\eta=1$) que nous dénommerons h_m :

$$(10) \qquad h=\frac{2\mu L^2}{3c^2K}\frac{\eta}{\tau}, \qquad h_m=\frac{2\mu L^2}{3c^2K\tau}.$$

» IV. Ce résultat s'étend au cas plus général des équations (3). Effectivement, on remarque, en divisant la première de ces équations par α^2 et les deux autres par α, qu'elles ne contiennent plus, au lieu de h_0 et de α, que leur rapport mutuel $\frac{h_0}{\alpha}$. Appelons, par exemple, ζ ce rapport, fonction de x et de y que l'analogie avec le cas traité ci-dessus porte à regarder comme unique, mais qui, de toute manière, est indépendante de la hauteur initiale M de la nappe; et la substitution, à t, de la nouvelle variable τ pour exprimer le temps, donnera, à la dernière relation (2), la forme

$$(11) \qquad h=\frac{\zeta}{\tau}.$$

» V. Revenant à l'hypothèse d'une nappe à fond rectangulaire de longueur indéfinie, j'appellerai A, par unité de longueur, le volume initial *apparent* (c'est-à-dire y compris la terre ou le sable interposés) de la nappe liquide. Il équivaut à l'aire de sa section verticale faite suivant les x. Or, décomposons cette section en bandes horizontales de dimensions $L-x$

et dh_0, ou $L(1-\xi)$ et $M\,d\eta$. Elle aura pour valeur $\frac{LM}{c}\int_0^1 (c - c\xi)\,d\eta$; et il viendra, à raison de l'excédent de (8) sur (7), puis grâce à une intégration par parties évidente, dans laquelle s'annule le terme intégré,

$$(12)\quad \begin{cases} A = \dfrac{LM}{c}\displaystyle\int_0^1 d\eta \int_\eta^1 \frac{\eta\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}} = \frac{LM}{c}\int_0^1 \frac{\eta^2\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^3}} = \frac{2LM}{3c}\left(-\sqrt{1-\eta^3}\right)_0^1 = \frac{2LM}{3c}; \\ \text{d'où} \qquad M = \dfrac{3c}{2}\dfrac{A}{L} = 1,2935\dfrac{A}{L}. \end{cases}$$

» La crête de la nappe est donc, au-dessus du seuil, à une hauteur h_m valant 1,2935 fois la *hauteur moyenne*, quotient de l'aire par la largeur L.

» Si nous éliminons maintenant M, par la dernière formule (12), de l'expression (4) de α, constante qu'on peut, jusqu'à un certain point, appeler le *coefficient de tarissement*, il vient

$$(13)\qquad \alpha = \frac{9c^3}{4}\frac{KA}{\mu L^3} = 5,772\frac{KA}{4\mu L^3}.$$

» Ce coefficient de tarissement prend ainsi (à part le facteur numérique $9c^3$, remplaçant le carré plus grand π^2) la forme qu'il avait dans le cas d'une nappe profonde étudié d'abord, où le volume apparent A, alors peu variable, égalait sensiblement le produit LH. Mais la fonction T, dans h, était $e^{-\alpha t}$, ou l'inverse de $e^{\alpha t}$ et non, comme ici, de $1+\alpha t$.

» Le débit de l'unité de longueur de la nappe, à travers la section verticale d'abscisse x, est $K\frac{dh}{dx}h$, c'est-à-dire, d'après (10), $\frac{4\mu^2L^3}{9c^4K\tau^2}\eta\eta'$, ou $\frac{4\mu^2L^3}{9c^3K\tau^2}\sqrt{1-\eta^3}$ en vertu de (6). Sur le seuil, où η s'annule, on aura donc successivement, vu la seconde relation (10), pour ce débit qui est alors celui de l'unité de longueur de la source alimentée par la nappe,

$$(14)\qquad q = \frac{4\mu^2L^3}{9c^3K\tau^2} = \frac{cKh_m^2}{L} = cKIh_m,$$

où I représente la *pente superficielle moyenne* de la nappe, quotient de la hauteur actuelle h_m par la largeur L. On remarquera que cette formule de q reviendrait à celle, $\frac{1}{2}\pi KHI$, du cas plus simple examiné dans ma précédente Note (dernière formule 5), si l'on prenait ici, comme section H de débit, la fraction $\frac{2c}{\pi}$ (les $\frac{549}{1000}$) de la section maxima h_m.

» VI. Il reste à savoir si la forme primitive, *arbitraire*, de la nappe tend

effectivement à se régler, c'est-à-dire *s'il y a un régime,* et quelles fractions ou de la hauteur, ou du volume, primitifs, qu'on peut supposer connus dans chaque cas, subsisteraient encore au moment où le régime pourrait être censé atteint, fractions équivalant précisément aux données M ou A de nos formules ci-dessus. J'ai pu seulement établir qu'il faut répondre affirmativement à la première de ces questions.

» Supposons, en effet, que la forme initiale de h présente, par rapport à celle, h_0, qui est persistante, d'assez faibles écarts pour permettre de négliger leurs carrés dans les calculs. Prenant le cas général des équations (1), (2) et (11), soit $\frac{\varepsilon}{\zeta}$ ce que sont devenus les écarts en question, ou ce qu'est $h - h_0 T$, après un temps t modéré, laissant encore ε petit. Les expressions de h et de h^2 seront alors respectivement, avec nos notations, l'une, $h_0 T + \frac{\varepsilon}{\zeta}$, l'autre, $h_0^2 T^2 + 2\frac{h_0}{\zeta} T\varepsilon$ ou $h_0^2 T^2 + 2\alpha T\varepsilon$; et l'équation (1), divisée, après suppression des termes où ne figure pas ε, par $2\alpha T$, c'est-à-dire multipliée par $\frac{1}{2}\tau$, sera

$$\frac{\mu}{\zeta}\tau\frac{d\varepsilon}{d\tau} = \frac{d}{dx}\left(K\frac{d\varepsilon}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\frac{d\varepsilon}{dy}\right).$$

» Si nous adoptons provisoirement comme variable indépendante, au lieu de τ, $\log\tau$, que nous appellerons θ, cette équation deviendra

$$(15) \qquad \frac{\mu}{\zeta}\frac{d\varepsilon}{d\theta} = \frac{d}{dx}\left(K\frac{d\varepsilon}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(K\frac{d\varepsilon}{dy}\right).$$

Complétée par les deux relations définies évidentes

$$\varepsilon = 0 \quad (\text{sur le cont. libre } \chi) \qquad \text{et} \qquad \frac{d\varepsilon}{dn} = 0 \quad (\text{sur le cont. paroi } \chi_1),$$

elle nous ramène, comme dans ma Note du 22 juin, au problème du refroidissement d'une plaque plane, encore à bases σ imperméables, avec contour χ maintenu à la température zéro et contour χ_1 imperméable, mais de conductibilité et capacité calorifiques tout autres qu'alors. En appelant θ_0 la valeur initiale $(-\log\alpha)$ de θ, soient : $CVe^{-\beta(\theta-\theta_0)}$ la solution simple *fondamentale* de ce nouveau problème de refroidissement; $e^{-\beta'(\theta-\theta_0)}$ l'exponentielle de la solution particulière (simple ou composée de plusieurs solutions simples) venant après la solution fondamentale; enfin, ε_0, la petite fonction de x et de y qui exprime les valeurs *données* de ε pour $\theta = \theta_0$. Comme on pourra, en modifiant le coefficient α auquel sont

proportionnelles les valeurs initiales de la solution *réglee* h_0T, faire varier les valeurs correspondantes ε_0 de quantités en raison directe du changement même de α, rien n'empêchera de choisir α par la condition d'annuler l'intégrale $\int V \varepsilon_0 \, d\sigma$, c'est-à-dire le coefficient C de la solution fondamentale. L'expression de ε commencera donc au terme en $e^{-\beta'(\theta-\theta_0)}$, que l'on pourra, si W désigne, dans chaque cas, une fonction de x et de y généralement comparable à l'unité, écrire $\varepsilon_0 W e^{-\beta'(\theta-\theta_0)}$: ce sera l'expression asymptotique ou la partie principale de ε. Et la substitution, à $\theta - \theta_0$, de $\log\tau + \log\alpha = \log(1 + \alpha t)$, donnera

$$(16) \qquad \varepsilon = (\text{environ}) \frac{\varepsilon_0 W}{(1 + \alpha t)^{\beta'}}.$$

» Le cas simple d'une nappe homogène de longueur indéfinie, comprise entre le contour libre $x = 0$ et le contour-paroi $x = L$, permet de se renseigner sur l'ordre de grandeur de l'exposant β' et de reconnaître qu'il excède notablement l'unité : fait d'où résulte l'évanouissement rapide des écarts $\frac{\varepsilon}{\zeta}$, comparativement à la partie réglée, $\frac{h_0}{1 + \alpha t}$, de h. Mais, à raison du coefficient variable, et même transcendant, que contient le premier membre de l'équation indéfinie (15), cette constatation exige quelques développements d'Analyse. Ils feront l'objet d'une Note spéciale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen de molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur les éthers acétonedicarboniques sodés III.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March.**

« Dans une Communication précédente [1] nous avons montré que, parmi les produits de la réaction de l'épichlorhydrine sur les acétonedicarbonates de méthyle et d'éthyle, on pouvait isoler des combinaisons de la formule

```
CO — CH² — CO²R
|
CH — CH² — CH — CH² Cl
|           |
CO ———————— O
```

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 434.

sortes de cétolactones chlorées et d'éthers sels qui donnent avec la semicarbazide des composés parfaitement cristallisés. Nous avons continué l'étude de ces molécules complexes et nous avons cherché tout d'abord à les éthérifier par ouverture de la chaîne lactonique.

» On sature une solution alcoolique de la cétolactone éthylique par de l'acide chlorhydrique sec, et, après avoir abandonné le mélange à lui-même pendant 48 heures, on le réduit sous une cloche à vide. Le résidu est traité par de l'eau et agité avec de l'éther. La solution éthérée, lavée à plusieurs reprises avec du carbonate de soude, est décantée, séchée sur du sulfate de soude anhydre et distillée. On obtient par fractionnement, sous 17^{mm}, une huile bouillant à 198-199° avec un bon rendement.

» A l'analyse, ce produit fournit des nombres un peu faibles en carbone, trop élevés en chlore, résultant d'une fixation probable d'acide chlorhydrique sur la molécule nouvelle, mais correspondant néanmoins à $C^{12}H^{17}O^{5}Cl$, comme le montrent d'ailleurs les réactions ultérieures.

» Le nouveau composé ne donne plus de précipité avec l'acétate de cuivre, et ne se combine pas à la semicarbazide. Ces faits montrent que la fonction cétonique a disparu et que le complexe $-CO.CH^{2}CO^{2}R$ a été modifié.

» Si l'on chauffe cet éther avec de l'eau et du carbonate de potasse à l'ébullition, pendant 48 heures, on obtient, par refroidissement, des cristaux qui résultent de la prise en masse de l'huile qui s'était déposée. La solution aqueuse ne contient pas de chlorure de potassium ; évaporée et épuisée avec du chloroforme elle donne une huile qui se décompose à la distillation en fournissant le même produit cristallisé.

» Ces cristaux fondent à 57-58° et bouillent à 141-143° sous 17^{mm}. Ils sont très solubles dans l'éther et dans l'alcool, possèdent une odeur rappelant celle des dérivés hydrofurfuraniques et répondent à la composition $C^{9}H^{13}O^{3}Cl$.

» Ce corps diffère de celui dont il dérive par les éléments de l'alcool et de l'acide carbonique, plus 1^{mol} d'eau.

» Sa formation au moyen de la cétolactone peut s'interpréter de la façon suivante. L'éthérification de cette lactone donne d'abord naissance à l'éther suivant :

$$\text{(I)}\quad \begin{array}{l} CH^{2}.CO^{2}C^{2}H^{5} \\ | \\ CO \\ | \\ CH-CH^{2}-CH-CH^{2}Cl \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO\text{———}O \end{array} + C^{2}H^{5}OH = \begin{array}{l} CH^{2}.CO^{2}C^{2}H^{5} \\ | \\ CO \\ | \\ CH-CH^{2}-CHOH-CH^{2}Cl \\ | \\ CO^{2}C^{2}H^{5} \end{array}$$

» Mais cet éther, une fois préparé, se déshydrate par suite de sa transformation en sa forme tautomère énolique, et donne naissance à un dérivé

hydrofurfuranique chloré ($C^{12}H^{17}O^5Cl$)

$$
\text{(II)}\quad
\begin{array}{l}
CH^2.CO^2C^2H^5\\
|\\
COH\\
\|\\
C-CH^2-CHOH-CH^2Cl\\
|\\
CO^2C^2H^5
\end{array}
= H^2O +
\begin{array}{l}
CH^2.CO^2C^2H^5\\
|\\
C\text{---}O\diagdown\\
\|\\
C-CH^2-CH-CH^2Cl\\
|\\
CO^2C^2H^5
\end{array}
$$

» La teneur en chlore un peu élevée qu'accuse ce dernier éther peut s'interpréter en admettant qu'il s'est additionné de l'acide chlorhydrique, grâce à la double liaison qu'il renferme.

» La production du composé cristallisé $C^9H^{13}O^3Cl$ aux dépens de l'éther dihydrofurfuranique, ainsi que sa constitution, peuvent s'interpréter de la façon suivante :

$$
\text{(III)}\quad
\left\{
\begin{array}{l}
\begin{array}{l}
CH^2.CO^2C^2H^5\\
|\\
C\text{---}O\diagdown\\
\|\\
C-CH^2-CH-CH^2Cl\\
|\\
CO^2C^2H^5
\end{array}
+ H^2O = CO^2 + C^2H^5OH +
\underbrace{\begin{array}{l}
CH^2.CO^2C^2H^5\\
|\\
C\text{---}O\diagdown\\
\|\\
CH-CH^2-CH-CH^2Cl
\end{array}}_{(a)}\\
\text{ou}\\
\qquad\qquad\qquad
\underbrace{\begin{array}{l}
CH^3\\
|\\
C\text{---}O\diagdown\\
\|\\
C-CH^2-CH.CH^2Cl\\
|\\
CO^2C^2H^5
\end{array}}_{(b)}
\end{array}
\right.
$$

» Pour établir à laquelle des deux formules (*a*) ou (*b*) répond le corps cristallisé, nous avons éthérifié l'acétyl-chloro-γ-valérolactone obtenue par MM. Traube et Lehmann ([1]) dans l'action de l'épichlorhydrine sur l'acétylacétate d'éthyle sodé

$$
\begin{array}{l}
CH^3.CO.CH-CO\\
\qquad\quad\;\; |\qquad\;\; |\\
\qquad\quad CH^2\quad\; |\\
\qquad\quad\;\; |\qquad\;\; |\\
\qquad\quad CH-O\\
\qquad\quad\;\; |\\
\qquad\quad CH^2Cl
\end{array}
+ C^2H^5OH =
\begin{array}{l}
CH^3.CO.CH-COOC^2H^5\\
\qquad\quad\;\; |\\
\qquad\quad CH^2\\
\qquad\quad\;\; |\\
\qquad\quad CHOH\\
\qquad\quad\;\; |\\
\qquad\quad CH^2Cl
\end{array}
$$

$$
=
\begin{array}{l}
CH^3\\
|\\
C\text{---}O\diagdown\\
\|\\
C-CH^2.CH.CH^2Cl\\
|\\
CO^2C^2H^5
\end{array}
+ H^2O.
$$

([1]) Traube et Lehmann, *Deut. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 1980.

» Nous avons ainsi obtenu, avec un très bon rendement, le même produit fondant à 57-58°. Sa constitution répond donc bien à la formule (*b*), c'est-à-dire à l'éther éthylique de l'*acide-α-chlorométhyle-α'-methyl-αβ-dihydrofurfurane-β'-carbonique.*

» L'acide lui-même s'obtient facilement par saponification de son éther au moyen de la potasse alcoolique et fond à 108-109°.

» *Action de l'eau sur la cétolactone chlorée.*—Cette lactone a été chauffée à l'ébullition avec une solution aqueuse étendue de carbonate de potasse en quantité équimoléculaire pendant 48 heures. On observe un abondant dégagement de CO^2. Quand toute l'huile a disparu, on épuise avec l'éther qui n'enlève presque rien au liquide, on évapore à sec la solution aqueuse et on lave avec de l'alcool absolu. La liqueur alcoolique est distillée et l'alcool étant éliminé, on fractionne le produit restant. On obtient de la sorte un produit bouillant à 170-175° sous 13^{mm}, de formule $C^6H^{12}O^3$, identique au composé $CH^3.CO.CH^2.CH^2.CHOH.CH^2OH$, déjà décrit par MM. Traube et Lehmann (*loc. cit.*), dans l'action de l'eau sur l'acétylchloro-γ-valérolactone.

» Avec notre cétolactone chlorée la réaction s'est donc passée suivant l'équation :

$$2\left(\begin{array}{l}CO - CH^2.CO^2C^2H^5\\ \vert\\ CH.CH^2.CH.CH^2Cl\\ \vert \qquad\quad \vert\\ CO \text{———} O\end{array}\right) + 4H^2O + CO^3K^2$$
$$= 2C^2H^5OH + 2KCl + 5CO^2 + 2(CH^3.CO.CH^2.CH^2.CHOH.CH^2OH).$$

» *Copulation des cétolactones chlorées dérivées des éthers acétonedicarboniques et benzoylacétique avec les chlorures de diazobenzène et p-diazotoluène.* — Si l'on fait agir sur la solution alcoolique du dérivé sodé de la cétolactone éthylique une solution de chlorure de diazobenzène à 0°, on obtient sur les parois du vase une masse visqueuse qui se solidifie au bout de quelques heures. On recueille ce produit, on le lave à l'éther et on le fait cristalliser dans l'alcool bouillant. Fines aiguilles fondant à 183-184° et répondant à la formule $C^{11}H^{11}O^2N^2.Cl$:

$$\begin{array}{l}CO.CH^2CO^2C^2H^5\\ \vert\\ CH.CH^2.CH.CH^2Cl + HON^2.C^6H^5\\ \vert \qquad\quad \vert\\ CO \text{———} O\end{array}$$

$$= \begin{array}{l}CO^2C^2H^5\\ \vert\\ CH^2\\ \vert\\ CO^2H\end{array} + C^6H^5.N^2 - \begin{array}{l}CH - CH^2.CH - CH^2Cl.\\ \vert \qquad\qquad \vert\\ CO \text{————} O\end{array}$$

$$C^6H^5.NH.N = \begin{array}{l}C - CH^2 - CH.CH^2Cl.\\ \vert \qquad\qquad \vert\\ CO \text{————} O\end{array}$$

» Pour corroborer notre manière de voir, quant à la constitution de ce nouveau dérivé, nous l'avons préparé par une autre voie et nous nous sommes adressés à la ben-

zoyl-chloro-γ-valérolactone obtenue il y a quelque temps par l'un de nous [1]. Cette lactone, traitée par le chlorure de diazobenzène dans les mêmes conditions que ci-dessus, a fourni le même dérivé azoïque ou la même hydrazone fondant à 183-184°, en même temps que de l'acide benzoïque

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH - CO \\ \qquad\quad | \qquad\ \ | \\ \qquad\quad CH^2 \quad | \\ \qquad\quad | \qquad\ \ | \quad + HON^2.C^6H^5 \\ \qquad\quad CH - O \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad CH^2Cl \end{array}$$

$$= C^6H^5CO^2H + C^6H^5NH.H = \underset{\displaystyle CO \text{———} O}{C - CH^2.CH.CH^2Cl.}$$

» Nous avons également répété la réaction avec l'éther méthylique de notre cétolactone chlorée dérivée de l'acétonedicarbonate de méthyle et avons encore obtenu les mêmes aiguilles fondant à 183°-184°.

» En substituant au chlorure de diazobenzène le chlorure de *p*-diazotoluène, on obtient une tolylhydrazone $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ NHN = \underset{\displaystyle CO \text{———} O}{C - CH^2.CH.CH^2Cl},\end{array}\right.$ cristallisant en aiguilles incolores et fondant à 210°. Ce corps est très soluble dans l'alcool bouillant.

» Nous continuons l'étude de ces composés. »

MÉDECINE. — *De l'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Nagana, du Caderas et du Surra.* Note de M. A. LAVERAN.

« J'ai signalé déjà l'action remarquable que le sérum humain exerce sur le Trypanosome du Nagana, *Tr. Brucei* [2]. J'ai continué mes recherches sur cette question et je les ai étendues à deux autres maladies à Trypanosomes : le Caderas et le Surra ; je me propose de résumer, dans cette Note, les résultats de mes dernières expériences [3].

---

(1) A. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1450. — *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 564.

(2) *Comptes rendus*, séance du 1er avril 1902.

(3) Nous avons montré, M. Mesnil et moi, que le Nagana, le Caderas et le Surra étaient trois entités morbides distinctes : *Comptes rendus*, 17 novembre 1902 et 22 juin 1903.

» Le sérum humain est rarement recueilli avec pureté ; aussi s'altère-t-il, en général, au bout de quelques jours, même si l'on prend soin de le maintenir à la glacière. Le sérum qui a été recueilli avec pureté conserve plus longtemps son activité que le sérum impur mais, lui aussi, il perd plus ou moins rapidement ses propriétés. Du sérum humain très actif au début, conservé à la glacière et resté limpide, avait perdu, au bout de 2 mois, toute son activité sur le Trypanosome du Nagana.

» Pour remédier à ces difficultés, j'ai renoncé à conserver le sérum humain à l'état liquide, je le fais dessécher dans le vide [1]; lorsque je veux injecter du sérum humain à un animal, je pèse la quantité voulue de poudre et je la fais dissoudre dans de l'eau distillée stérilisée. Le sérum humain desséché est aussi actif que le sérum frais et il conserve longtemps ses propriétés ; j'ai de la poudre de sérum humain conservée dans un tube en verre, bouché par un tampon d'ouate, à l'abri de la lumière, qui, au bout de 6 mois, est encore très active.

» Neuf échantillons de sérum humain formant un total de 437^{cm^3} ont fourni, après dessiccation, $42^g,26$ de poudre ; on peut donc admettre, dans la pratique, que $0^g,10$ de poudre correspondent à 1^{cm^3} de sérum humain.

» Le sérum des nouveau-nés s'est montré beaucoup moins actif que celui des adultes qui seul a été employé dans mes dernières expériences.

» 1° *Action du sérum humain sur le Trypanosome du Nagana.* — Si l'on injecte sous la peau d'une souris naganée, $0^{cm^3},50$ à 1^{cm^3} de sérum humain, on constate que les Trypanosomes disparaissent en 24 ou 36 heures, à moins que l'infection ne soit trop avancée au moment où le sérum est injecté.

» Pour un rat de 200^g environ, une dose de 2^{cm^3} de sérum suffit en général pour faire disparaître les Trypanosomes.

» 4 à 5 heures après l'injection du sérum humain les Trypanosomes présentent, dans le sang des animaux traités, des formes d'involution, et leur nombre diminue rapidement à partir de ce moment.

» Les Trypanosomes disparaissent souvent pendant 4 à 8 jours après une injection de sérum ; ils ne reparaissent parfois, dans le sang, qu'au bout de 12, 18 et même 19 jours.

» En règle générale, la disparition des Trypanosomes n'est que temporaire ; nous avons observé cependant, M. Mesnil et moi, des cas de guérison [2].

» Chez 4 souris, la disparition des Trypanosomes, à la suite d'une ou deux injections de sérum humain, a été définitive. Deux de ces souris réinoculées de Nagana,

---

[1] Ce mode de conservation des sérums utilisés en thérapeutique est aujourd'hui bien connu.

[2] *Annales de l'Institut Pasteur,* t. XVI, novembre 1902, p. 800.

après guérison, se sont infectées de nouveau; l'atteinte légère de Nagana qu'elles avaient subie n'avait donc pas suffi à leur donner l'immunité.

» En repétant les injections de sérum humain, on peut, dans tous les cas, prolonger de beaucoup la vie des animaux.

» 2° *Action du sérum humain sur le Trypanosome du Caderas.* — Le sérum humain est aussi actif contre le Caderas que contre le Nagana.

» Lorsque, à une souris de 20^g environ, ayant des Trypanosomes du Caderas rares ou même assez nombreux dans le sang, on inocule 0$^{cm^3}$,50 à 1$^{cm^3}$ de sérum humain ou 0^g,10 de poudre de ce sérum en dissolution dans l'eau, on constate, au bout de 24 à 36 heures, que les Trypanosomes ont disparu. La disparition est d'autant plus rapide que les Trypanosomes sont moins nombreux, au moment où le sérum est injecté. Quand les Trypanosomes sont très nombreux, le traitement est souvent inefficace; la mort arrive avant que le sérum ait eu le temps d'agir.

» Les Trypanosomes disparaissent pendant 6 à 8 jours, après quoi ils reparaissent en général, et il est nécessaire d'intervenir de nouveau. Une fois seulement, sur 10, une souris a guéri après une injection de sérum humain.

» En pratiquant des injections successives, on prolonge beaucoup la vie des animaux; les souris non traitées meurent en 6 à 8 jours, tandis que, chez les souris traitées, la moyenne de la survie, après l'inoculation du Caderas, a été de 57 jours. Les chiffres de 68 à 70 jours ont été atteints plusieurs fois; une souris a survécu 113 jours. Il arrive un moment où le sérum humain n'agit plus sur les hématozoaires.

» La souris qui a guéri n'avait pas l'immunité pour le Caderas; elle n'a pas résisté à une nouvelle inoculation de sang virulent.

» Chez les rats infectés de Caderas, l'action du sérum humain est la même que chez les souris. Pour un rat de 150^g à 200^g on injectera 2$^{cm^3}$ de sérum ou 0^g,25 à 0^g,30 de poudre de sérum en dissolution dans l'eau.

» Le mode d'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Caderas est le même que sur les Trypanosomes du Nagana.

» Si l'on examine à différentes reprises le sang d'un animal cadéré traité par le sérum humain, on constate ce qui suit :

» 1 heure après l'injection de sérum les Trypanosomes ont l'aspect normal et leur nombre n'a pas sensiblement diminué.

» 2 heures après l'injection, à côté de Trypanosomes d'aspect normal, on trouve des formes d'involution plus ou moins nombreuses : Trypanosomes déformés en têtards ou en boules; le protoplasme des Trypanosomes en voie d'involution se colore mal, il finit par disparaître et l'on ne trouve plus que les flagelles et des restes des noyaux.

» 5 heures après l'injection, le nombre des Trypanosomes a sensiblement diminué et l'on est frappé de l'inégalité de forme et de dimensions des Trypanosomes; les parasites en voie d'involution sont nombreux; le type *en boule* est le plus commun.

» Il n'y a pas de leucocytose marquée; certains leucocytes renferment évidemment des débris des Trypanosomes mais la phagocytose ne s'exerce que sur des parasites déjà profondément altérés; je n'ai jamais vu un leucocyte en train d'englober un Trypanosome encore mobile.

» Dans les heures qui suivent, le nombre des Trypanosomes continue à décroître.

» 3° *Action du sérum humain sur le Trypanosome du Surra.* — L'action du sérum

humain sur le Trypanosome du Surra est tout à fait semblable à celle de ce sérum sur les Trypanosomes du Nagana et du Caderas. Chez une souris de 15g à 20g infectée de Surra, si l'on injecte 1^{cm^3} de sérum ou $0^g,10$ de poudre de sérum, on voit disparaître les Trypanosomes en 24 ou 36 heures; au bout de 8 à 11 jours les Trypanosomes reparaissent en général. Je dois dire que je n'ai fait encore qu'un petit nombre d'expériences de traitement du Surra par le sérum humain.

» En résumé, le sérum humain injecté à des animaux atteints de Nagana, de Surra ou de Caderas, fait disparaître temporairement, parfois même d'une façon définitive, les Trypanosomes qui sont les agents pathogènes de ces maladies. Cette action du sérum humain est d'autant plus remarquable que l'évolution naturelle de ces maladies aboutit toujours à la mort chez les espèces animales qui ont servi à nos expériences et qu'aucun autre moyen de traitement n'a donné de guérisons [1].

» Aucune espèce animale ne fournit un sérum ayant des propriétés analogues à celles du sérum humain; dans ma Note antérieure j'ai dit que le sérum de singe était aussi peu actif contre les Trypanosomes du Nagana que le sérum des autres Mammifères, je n'avais eu à ma disposition que du sérum de Cercopithèque, il était intéressant de savoir si le sérum des singes Anthropoïdes ne serait pas actif. Grâce à l'obligeance de M. Metchnikoff nous avons pu M. Mesnil et moi faire l'expérience suivante : le sérum d'un Chimpanzé âgé de deux ans a été inoculé, à la dose de 1^{cm^3}, à deux souris infectées de Nagana, pesant l'une 23^g l'autre 13^g. Au moment de l'injection, les Trypanosomes étaient très rares dans le sang des souris. L'injection du sérum n'a eu aucun effet sur l'évolution de la maladie; les deux souris sont mortes aussi rapidement qu'une souris témoin.

» L'action du sérum humain sur les Trypanosomes du Nagana, du Surra et du Caderas qui ne peuvent pas se développer chez l'homme, est intéressante au point de vue théorique, au point de vue de l'étude de l'immunité; il est possible aussi qu'en poursuivant ces recherches on arrive à des résultats pratiques.

» Il ne peut pas être question de traiter de gros animaux infectés de Nagana, de Surra ou de Caderas au moyen de sérum humain, il faudrait pour cela de trop grandes quantités de ce sérum, mais on connaît depuis peu des maladies à Trypanosomes qui s'attaquent à l'homme.

---

(1) L'acide arsénieux administré, à dose suffisante, aux rats ou aux souris infectés de Nagana, de Surra ou de Caderas, fait disparaître temporairement les Trypanosomes de la grande circulation; il ne guérit pas.

« Dutton a décrit une fièvre irrégulière assez répandue dans certaines régions de l'Afrique, en Gambie notamment, qui est produite par un Trypanosome et il résulte des recherches récentes de Castellani, confirmées par Bruce, que la Maladie du sommeil, une des endémies les plus graves de l'Afrique équatoriale, a également pour agent pathogène un Trypanosome.

» Il y aura lieu d'étudier l'action pathogène de ces nouveaux Trypanosomes sur les Mammifères et d'expérimenter ensuite le sérum des animaux réfractaires dans le traitement de la Maladie de Dutton et de la Maladie du sommeil. »

BOTANIQUE. — *Remarques sur la formation du pollen chez les Asclépiadées.* Note de M. L. GUIGNARD.

« La formation du pollen chez les Asclépiadées a été étudiée dans ces dernières années par plusieurs auteurs, dans le but de vérifier l'opinion d'après laquelle les cellules-mères primordiales de l'anthère qui lui donnent naissance, au lieu de se diviser, conformément à la règle générale, chacune en quatre cellules polliniques, se transformeraient au contraire directement en grains de pollen. On sait que, dans l'ovule des Phanérogames, la cellule-mère primordiale du sac embryonnaire se divise fréquemment, comme les cellules-mères primordiales du pollen, en quatre cellules-filles, dont une seule s'accroît ordinairement pour donner le sac embryonnaire. Mais, parfois, cette division n'a pas lieu, et le sac embryonnaire est fourni directement par la cellule-mère primordiale. Une réduction analogue dans l'ontogenèse semblait donc pouvoir se rencontrer aussi dans le sac pollinique de quelques plantes, et Sydney H. Vines (1), en particulier, admettait qu'elle existe effectivement chez les Asclépiadées.

» En 1901, M. Strasburger (2), reprenant cette étude, remarqua d'abord que, dans l'*Asclepias Cornuti*, les cellules-mères primordiales sont disposées en une assise unique qui dérive, comme à l'ordinaire, de l'assise sous-épidermique primitive. Il observa, en outre, que, dans chacune de ces cellules-mères, orientées et allongées dans le sens radial, la première divi-

(1) SYDNEY H. VINES, *A students text-book of Botany*, 1895, p. 435.

(2) STRASBURGER, *Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei* Asclepias (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, 29 juillet 1901).

sion nucléaire, reconnaissable à son caractère hétérotypique, est suivie du cloisonnement transversal de la cellule. Les deux cellules-filles se divisent ensuite et se cloisonnent dans la même direction, de sorte que la cellule-mère primordiale fournit quatre cellules polliniques disposées en une file radiale. Il n'y a donc pas exception à la règle générale, au point de vue du nombre des grains de pollen dérivés de chacune des cellules-mères. Mais, par le mode de cloisonnement, la formation du pollen de l'*Asclepias* est analogue à celle que l'on connaît chez les Monocotylédones, à part les Orchidées (1); il n'existe qu'une différence d'importance secondaire : la disposition en file des cellules de pollen, surtout générale et régulière dans la région médiane du sac pollinique.

» Presque en même temps, M. Frye (2) étudiait aussi l'origine du pollen dans plusieurs *Asclepias*. Son travail était à l'impression, dit-il (3), lorsqu'il prit connaissance de celui de M. Strasburger, dont les résultats généraux concordaient avec les siens.

» Au commencement de 1902, paraissait un Mémoire de M. Gager (4) sur le même sujet. La formation des cellules-mères primordiales et leur division, accompagnée du cloisonnement successif indiqué par M. Strasburger, s'y trouvent très nettement décrites et figurées. Dans un Appendice à son Mémoire, l'auteur fait remarquer (5) qu'il n'a connu les résultats de ce savant qu'après avoir achevé ses observations.

» Vers la fin de la même année, M. Frye (6) publie, sur l'ovule des Asclépiadées, une étude dans laquelle il commence par rappeler ses recherches antérieures sur le pollen; il y mentionne également (7) les observations de M. Strasburger, déjà signalées par lui dans son premier Mémoire, ainsi que le travail de M. Gager.

---

(1) J'ai montré, en effet, que, chez les Orchidées, le cloisonnement ne se produit qu'après la seconde division nucléaire, comme chez les Dicotylédones [*Recherches sur le développement de l'anthère et du pollen des Orchidées* (*Ann. des Sc. nat. : Bot.*, 6e série, t. XIV, 1883)].

(2) T.-C. Frye, *Development of the pollen in some Asclepiadaceæ* (*Bot. Gazette*, nov. 1901, p. 325).

(3) Note, p. 330.

(4) C.-Stuart Gager, *The development of the pollinium and sperm-cells in Asclepias Cornuti* (*Ann. of Botany*, vol. XVI, mars 1902, p. 123).

(5) Page 141.

(6) T.-C. Frye, *A morphological study of certain Asclepiadaceæ* (*Bot. Gazette*, déc. 1902).

(7) Page 411.

» Ce court aperçu historique était nécessaire pour les raisons suivantes :

» En effet, dans deux Notes publiées à la fin de 1902, l'une sur le pollen, l'autre sur l'ovule des Asclépiadées ([1]), M. Dop paraît ignorer les travaux dont le pollen avait été l'objet antérieurement. Il n'en est pas davantage question dans le Mémoire plus détaillé qu'il vient de faire paraître ([2]). En admettant qu'il n'en ait pas eu connaissance au moment de la publication de ses deux Notes préliminaires, on est d'autant plus surpris de le voir passer sous silence, dans ce Mémoire, les recherches de MM. Frye, Strasburger et Gager sur le pollen, qu'il cite le travail de M. Frye sur l'ovule, où se trouvent précisément les indications relatives aux recherches de ces trois auteurs sur la question.

» Quant aux résultats énoncés comme nouveaux sous ce rapport par M. Dop, ils étaient déjà connus et l'on peut même ajouter que la question de l'origine des cellules-mères et du mode de formation du pollen dans les *Asclepias* avait été résolue d'une façon beaucoup plus approfondie par les observations antérieures.

» Cependant, sans quitter ce sujet, il restait encore au moins une question intéressante à élucider. On sait, en effet, que dans la tribu des Périplocées, le pollen ne forme pas de pollinies, comme dans les autres groupes de la famille, mais des tétrades polliniques isolées. Celles-ci ont été décrites et figurées, notamment par M. Schumann ([3]) dans le *Periploca Preussii* et l'*Atherandra pubescens;* les quatre grains ou cellules polliniques peuvent être groupés de façons diverses, parfois en une file unique, plus souvent en une tétrade allongée comprenant deux cellules au centre et une à chaque extrémité. Dans le *Periploca græca,* M. Strasburger ([4]) n'a rencontré que cette dernière disposition.

» A ma connaissance, M. Dop paraît avoir été, cette fois, le premier à étudier le développement des sacs polliniques et de leur contenu dans le

---

([1]) Paul Dop, *Sur le pollen des Asclépiadées* (*Comptes rendus*, 27 octobre 1902). *Sur le développement de l'ovule des Asclépiadées* (*Comptes rendus*, 10 novembre 1902).

([2]) *Recherches sur la structure et sur le développement de la fleur des Asclépiadées* (*Thèse* présentée pour le doctorat à la Faculté des Sciences de Paris; Toulouse, 1903).

([3]) Engler et Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (*Asclepiadaceæ*, t. IV, 2e partie, p. 196 et fig. 64, V et H).

([4]) *Einige Bemerkungen*, etc., p. 456.

Periploca græca [1]. Ici, l'anthère possède quatre sacs, au lieu de deux comme chez les autres Asclépadées. Chacun d'eux débute, comme à l'ordinaire, par la différienciation d'une assise de cellules sous-épidermiques, qui se divisent tangentiellement; les cellules internes ainsi formées deviennent les cellules-mères primordiales. Cette assise a la forme d'un arc qui, suivant l'auteur, se courbe et rapproche progressivement ses branches, de sorte que les cellules-mères primordiales arrivent à se toucher et à se disposer sur deux rangs parallèles [2].

» Une modification analogue, dit-il, a lieu aux quatre angles de l'anthère, et ainsi s'établissent quatre sacs polliniques elliptiques par un processus qui diffère non seulement de ce qui se passe chez les autres Asclépiadées, mais aussi chez la plupart des Angiospermes. Bientôt les cellules externes, qui enveloppent les cellules-mères primordiales, se divisent par des cloisons radiales et tangentielles, de façon à donner naissance à une masse de tissus parenchymateux enveloppant les cellules-mères. Ce cloisonnement se fait sans ordre et, de plus, aucune différenciation spéciale n'apparaît dans ce parenchyme. Il ne renferme, en effet, ni *assise nourricière* nettement différenciée, ni *assise intermédiaire,* ni *assise mécanique* [3]. Les cellules-mères primordiales s'isolent les unes des autres, puis se divisent chacune en quatre cellules-filles. Je n'ai pas pu suivre en détail ce cloisonnement, mais j'ai tout lieu de penser que les deux cloisons se forment successivement comme dans les autres Asclépiadées.

» Insuffisante quant au mode de formation des tétrades de pollen, puisque l'auteur n'a pas réussi à l'observer, cette description est complètement inexacte relativement à la disposition des cellules-mères primordiales et à la structure de la paroi du sac pollinique.

» J'ai constaté, en effet, que l'arc formé, aux quatre angles de l'anthère, par l'assise des cellules-mères primordiales ne s'incurve pas en rapprochant ses branches de façon que ces cellules arrivent à se toucher et à se placer sur deux rangées parallèles; au contraire, l'arc reste toujours très ouvert, comme chez les autres Asclépiadées et les cellules-mères dont il se compose conservent leur disposition primitive en une seule assise presque toujours régulière.

» Après la première bipartition tangentielle qui se produit dans l'assise sous-épidermique primitive et donne en dedans les cellules-mères primordiales, en dehors une nouvelle assise, celle-ci se divise en direction cen-

---

(1) *Thèse de doctorat*, p. 84.

(2) Page 84, figures 33-34.

(3) Ces mots sont mis en italique par l'auteur lui-même.

trifuge par deux cloisonnements tangentiels successifs. Des trois nouvelles assises ainsi formées, la plus interne deviendra l'assise nourricière, la médiane l'assise intermédiaire, l'externe l'assise mécanique.

» Les cellules de l'assise nourricière s'allongent rapidement dans le sens radial en divisant leur noyau primitif en deux nouveaux noyaux qui restent libres dans le cytoplasme : caractère bien connu pour les éléments de l'assise nourricière chez un grand nombre de plantes. Parfois aussi une cloison transversale vient séparer les deux noyaux. L'assise nourricière se distingue également d'une façon très nette du reste de la paroi du sac pollinique par l'abondance de son protoplasme et la manière dont elle se comporte au contact des réactifs. Sur la face interne du sac, dans la concavité de l'arc des cellules-mères primordiales, elle se continue par des cellules qui sont moins allongées et deviennent presque isodiamétriques ; elles se disposent au centre de la cavité en un groupe assez épais, que les réactifs permettent cependant de délimiter facilement par rapport au parenchyme adjacent.

» Les cellules-mères primordiales, allongées radialement comme les cellules nourricières recouvrant la face convexe de l'arc, présentent dans le jeune âge une certaine ressemblance avec ces dernières ; mais, à défaut de leur aspect général, leur noyau unique et plus gros suffirait à lui seul à les en distinguer. Les deux sacs polliniques situés du côté externe de l'anthère sont un peu plus larges que les deux autres sacs voisins de la face interne ; dans leur plus grande largeur, ils montrent, sur la coupe transversale, un arc d'une quinzaine de cellules-mères elliptiques allongées, bien caractérisées par rapport à celles de l'assise nourricière. Il est étrange que M. Dop n'ait pas réussi à les en distinguer et qu'il ait pu croire à l'absence d'assise nourricière, confondant ainsi, sans doute en raison de leur grand développement, les cellules de cette assise avec les cellule-mères primordiales elles-mêmes.

» L'assise située immédiatement sous l'épiderme de la paroi externe du sac agrandit ses cellules d'assez bonne heure. Assez longtemps après la formation des tétrades polliniques et vers la fin de la résorption de l'assise nourricière, elle commence à montrer, sur les parois internes et latérales de ses cellules, des épaississements caractéristiques qui la transforment en assise mécanique. Sur la face dorsale de l'anthère, la lignification n'occupe guère que la paroi même des deux sacs polliniques externes ; mais, sur la face ventrale, elle finit par s'étendre sans interruption entre les deux sacs internes. Et pourtant M. Dop ne l'a pas aperçue !

» L'assise intermédiaire, beaucoup plus mince, et située au-dessous de la précédente, au contact de l'assise nourricière, lignifie aussi par endroits ses membranes cellulaires; elle ne paraît pas jouer un rôle bien important dans la déhiscence des sacs polliniques.

» Enfin, contrairement à l'opinion de M. Dop, les cellules-mères primordiales ne s'isolent pas les unes des autres au moment de la formation des tétrades polliniques; leur séparation n'a lieu que plus tard. En outre, l'étude de leur division m'a montré que le fuseau nucléaire de la première bipartition se place en général parallèlement au grand axe de la cellule, comme chez les autres Asclépiadées; mais cette division n'est pas suivie de la formation d'une cloison transversale; les deux noyaux frères se reconstituent comme à l'ordinaire et ne tardent pas à se diviser à leur tour dans des directions variables. C'est seulement après la seconde bipartition nucléaire que le cloisonnement apparaît et délimite les quatre cellules polliniques. La tétrade, de forme allongée, présente ordinairement deux cellules au centre et une à chaque extrémité; parfois aussi, les cellules sont groupées en tétraèdre, mais très rarement en file.

» Par ce mode de formation des tétrades polliniques, le *Periploca* diffère donc des Asclépiadées appartenant à d'autres tribus; il ressemble aux autres Dicotylédones ([1]) et aux Orchidées. Cette question méritait, je crois, d'être définitivement résolue. »

TOPOGRAPHIE ET AÉROSTATION. — *Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon.* Note de M. LAUSSEDAT.

« On emploie, depuis assez longtemps déjà, des photographies de paysages prises en ballon, ou même à l'aide de cerfs-volants, pour opérer la reconnaissance du terrain à distance; mais, pour reconstituer le plan d'après ces vues aériennes, il faut exécuter des constructions graphiques longues et laborieuses.

([1]) Dans sa monographie des Apocynées (*Natür. Pflanzenfam.*, t. IV, 2, p. 113), M. Schumann fait remarquer qu'il est assez surprenant que dans cette famille, pourtant si voisine des Asclépiadées, on ne rencontre un pollen en tétrade que dans le g. *Condylocarpus*.

Cette exception n'est pas la seule, car j'ai eu l'occasion de constater la présence de tétrades dans le g. *Apocynum*.

» Dans les pays de plaines ou peu accidentés, en dirigeant verticalement l'axe optique de l'appareil, on a toutefois obtenu immédiatement le plan de la partie du terrain venue sur la plaque. Cette expérience a été faite à plusieurs reprises, et l'on peut citer comme l'une des plus remarquables celle qui a été effectuée, dès juin 1885, par MM. Gaston Tissandier et Ducom, d'un ballon monté, à son passage au-dessus de la pointe de l'île Saint-Louis, à 600^m de hauteur.

» Seulement la surface ainsi relevée est toujours nécessairement d'assez médiocre étendue, à moins de donner au ballon une grande hauteur, ce qui finirait par trop réduire les détails de l'image.

» D'ailleurs, on n'est pas toujours en état d'amener le ballon exactement au-dessus de la région que l'on veut explorer. Il est donc indispensable, dans la plupart des cas, de recourir à des vues prises avec un appareil dont l'axe optique a été dirigé obliquement. Il est aisé de voir que, pour la même hauteur du ballon, à mesure que l'obliquité augmente, la pyramide quadrangulaire, opposée par le sommet à celle qui est déterminée par le centre optique de l'objectif et les rayons lumineux aboutissant aux quatre angles de la plaque, découpe sur le terrain un trapèze qui s'élargit rapidement.

» Dans le cas où l'axe est vertical, et où, par conséquent, les limites du terrain embrassé ont la même forme que la plaque, *rectangulaire ou exceptionnellement carrée*, l'échelle du plan obtenu sur la plaque se trouve immédiatement déterminée par le rapport de la distance focale de l'objectif à la hauteur du ballon. Il en pourra être de même dans le cas d'une vue oblique, après sa transformation en plan, comme nous allons le voir.

» Pour fixer les idées, nous prendrons un exemple. Supposons le ballon élevé à une hauteur de 500^m au-dessus du sol, la distance focale de l'objectif de $0^m,15$, la plaque du format de $13^{cm} \times 18^{cm}$ (ce qui donne un champ angulaire de $62°$ dans le sens de la largeur) et l'axe optique incliné de $30°$ au-dessous de l'horizon ou, si l'on veut, relevé de $60°$ par rapport à la direction verticale qui lui aurait d'abord été donnée.

» Dans ce premier cas, avec une plaque exceptionnellement carrée de $18^{cm} \times 18^{cm}$, l'échelle étant alors de $\frac{0^m,150}{500}$ ou de $\frac{1}{3333}$, la surface correspondante du terrain serait de 36^{ha}.

» Dans le second cas, le trapèze qui circonscrirait le terrain relevé cor-

respondrait à une surface de 450^{ha} environ, et la distance des points les plus éloignés de la projection du ballon atteindrait 3^{km}.

» En employant le procédé graphique de transformation, les constructions réussissent encore très bien, en pareil cas; nous en avons fait l'expérience sur plusieurs vues photographiques prises de 400^m à 600^m de hauteur avec un objectif d'une distance focale de $0^m,18$ et une inclinaison de l'axe voisine de 30°; mais le moyen optique immédiat que nous cherchons à lui substituer ne serait peut-être pas satisfaisant jusqu'à l'extrême limite de 3^{km} de distance.

» Nous sommes, au contraire, autorisé à croire qu'en inclinant l'axe de l'appareil à 35°, la transformation optique dont nous allons indiquer le principe s'opérerait bien, c'est-à-dire donnerait les images nettes d'un bout à l'autre; seulement la distance des points relevés les plus éloignés serait réduite à $2^{km},5$, et la surface du terrain embrassée ne serait plus que de 250^{ha} environ.

» Pour faire d'un seul coup, d'une station aérienne, le panorama entier du terrain, on a construit (en Russie notamment) des appareils, destinés à être suspendus au-dessous d'un ballon, qui se composent de six chambres noires réparties sur les milieux des côtés d'un hexagone régulier en charpente, enfin d'une septième qui occupe le centre de cet hexagone et dont l'axe est vertical ([1]).

» La station étant toujours supposée à la hauteur de 500^m, en inclinant les axes des six autres à 35°, la surface totale embrassée serait encore, dans ce cas, de 1500^{ha} au moins.

» En faisant varier les données du problème, on trouverait des résultats entre lesquels on pourrait choisir, selon les circonstances. Celles que nous avons adoptées dans l'exemple précédent, et dont il conviendra généralement de ne pas trop s'écarter, répondent à des conditions qu'après la comparaison de nombreuses épreuves prises avec des objectifs dont la distance focale avait varié de $0^m,10$ à $0^m,36$, à des hauteurs comprises entre 100^m et 2000^m, nous considérons comme les plus favorables pour atteindre le but proposé.

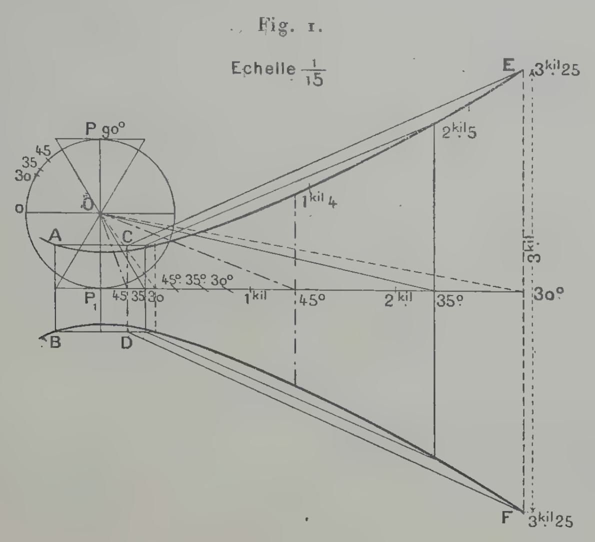
» Ce but, nous l'avons dit, est d'obtenir la transformation en plan d'une vue du terrain prise d'une station aérienne *optiquement et sans opération graphique*.

([1]) Pour donner immédiatement le plan d'un espace non atteint par les secteurs trapézoïdaux qu'embrassent les chambres à axes inclinés.

» La solution suivante est déduite du principe de la photographie sans objectif dont la théorie a été si bien établie par M. le Commandant Colson.

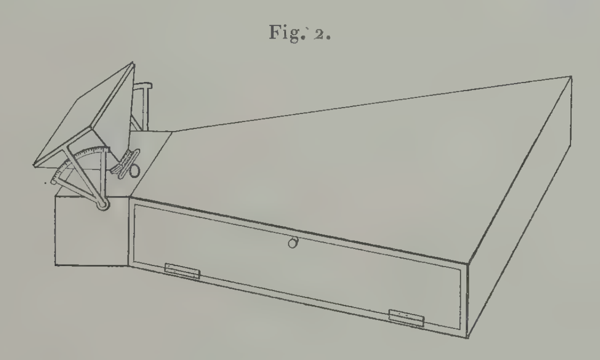
» Les figures 1 et 2 sont destinées à faciliter l'intelligence de cette solution.

Fig. 1.



» La première représente le plan horizontal mené par le point P_1 situé sur l'axe optique de l'objectif O de la chambre noire dont on se sert pour

Fig. 2.



prendre les vues, dirigé verticalement et tel que $OP_1 = OP$ distance focale de cet objectif, O et P étant rabattus sur le plan horizontal.

» La chambre noire étant supposée conserver une orientation constante, les inclinaisons successives de son axe optique de 30°, 35° et 45° au-dessous de l'horizon déterminent, sur la trace du plan vertical décrit par cet axe,

les distances correspondantes de ses rencontres avec le terrain au point P_1 qui marque la projection de la station sur le plan horizontal.

» Si l'on considère les arêtes de la pyramide quadrangulaire aboutissant aux angles de la plaque, pendant la rotation de la chambre noire autour d'un axe horizontal que l'on peut toujours supposer passer par le centre optique de l'objectif, à cause de la grande hauteur de la station, on voit que les arêtes décriront un cône droit à deux nappes dont l'axe se confondra avec l'axe de rotation et qui sera coupé par le plan horizontal suivant les deux branches d'hyperbole tracées sur la figure. C'est à ces hyperboles que s'arrêteront, pour chaque position de l'axe optique, les traces des faces de la pyramide, qui correspondent à la largeur de la plaque.

» Les trapèzes résultant pour les inclinaisons de 30°, de 35° et de 45° de l'axe optique sont indiqués sur la figure, et, en tenant compte de l'échelle qui est ici de $\frac{1}{3333} \times \frac{1}{15}$, on y peut mesurer toutes les distances à la station P_1 et les surfaces des différents trapèzes que l'on trouve être de 450^{ha}, 250^{ha} et enfin 100^{ha} seulement pour l'inclinaison de 45°.

» Le trapèze correspondant à l'inclinaison de 35° est seul représenté en lignes pleines sur la figure. Un autre trapèze CDEF, ayant pour bases la plus grande de celles qui correspondent à l'inclinaison de 30° EF et la plus petite de celles qui correspondent à l'inclinaison de 45° prolongée jusqu'aux bords latéraux de la plaque en C et en D, s'appuie à ce qui reste de cette plaque (ABCD) et forme ainsi le fond ABCDEF de la boîte destinée à servir de chambre noire sans objectif pour la transformation des épreuves obtenues en ballon avec la première.

» Cette boîte est représentée sur la figure 2; à sa partie supérieure, à gauche, et un peu au-dessous d'une échancrure pratiquée dans le couvercle, en O, est placée une lame mince métallique percée d'un très petit trou qui remplace l'objectif. Cette échancrure est bordée d'une platine rectangulaire à laquelle est fixée l'une des extrémités d'un soufflet dont l'autre est à la petite base d'une seconde chambre mobile en forme de pyramide tronquée à la grande base de laquelle on peut disposer l'épreuve à transformer. Il va sans dire que le sommet de la pyramide doit se confondre rigoureusement avec le centre du petit trou pratiqué dans la lame mince dont la surface restera parallèle aux bases de la pyramide, c'est-à-dire au plan de l'épreuve.

» Pour cela, cette lame mince suit les mouvements de la boîte pyrami-

dale qui sont réglés par la rotation de deux armatures métalliques accrochées par l'une de leurs extrémités aux deux côtés opposés de la grande base, dans le sens de la largeur, et, de l'autre, aux flancs de la boîte fixe, où elles sont engagées sur deux pivots qui se prolongent à l'intérieur jusqu'à la rencontre de la lame mince qu'ils soutiennent, leur axe géométrique commun passant par le centre du petit trou pratiqué dans cette lame que M. le Commandant Colson désigne sous le nom de *sténopé*.

» L'inclinaison du plan de l'épreuve, ou plutôt celle de l'axe optique qui a servi à l'obtenir et qui doit passer par le centre du trou du sténopé, est mesurée sur l'arc d'un secteur divisé, fixé à la grande chambre, le long duquel se meut un vernier porté par l'une des armatures qui entraînent la petite chambre pyramidale.

» Il ne nous semble pas nécessaire d'entrer ici dans d'autres détails.

» Il est aisé de voir, en effet, que, si l'on place sur le fond de la grande chambre une pellicule sensible (les dimensions du support à employer excluant en général l'emploi du verre), l'épreuve à reproduire ayant reçu l'inclinaison convenable et étant exposée à la lumière, on obtiendra sur la pellicule le plan cherché.

» Il y aurait peut-être lieu d'examiner le cas où l'épreuve contiendra des images d'édifices plus ou moins nombreux, d'arbres et surtout de bois ou de forêts se projetant obliquement et dont la saillie n'est pas négligeable, mais l'expérience nous a appris qu'en exceptant les grandes agglomérations (villes ou villages étendus), les plans *construits* d'après des vues aériennes prises en pays de plaines ou peu accidentés pouvaient être comparés aux meilleurs plans levés par les méthodes dites *régulières*, et il en serait sûrement de même avec les plans *restitués immédiatement* par le procédé qui vient d'être indiqué.

» Avec les données que nous avons supposées, les dimensions de la grande chambre noire seraient extérieurement de 1^{m} environ, de $0^{m},95$ de largeur à l'une de ses extrémités et de $0^{m},20$ à l'autre extrémité. En supprimant l'inclinaison de l'axe optique de $0^{m},30$ et en partant de celle de 35°, pour la même distance focale de $0^{m},15$ et la même largeur de plaque de $0^{m},18$, la longueur de la boîte serait réduite à $0^{m},80$ et sa grande largeur à $0^{m},72$, la petite restant de $0^{m},20$ et la hauteur étant, dans les deux cas, de $0^{m},17$ à $0^{m},18$.

» Il n'y a pas lieu, d'ailleurs, de trop se préoccuper des dimensions de cette sorte de caisse qui peut être improvisée partout et la petite chambre noire destinée à recevoir l'épreuve à transformer avec ses armatures, son

cadran divisé et le sténopé approprié ont seuls besoin d'être très bien construits et adaptés avec soin à la grande. Au surplus, l'expérience montrera le parti que l'on peut tirer de cette disposition et les modifications qu'il y aurait lieu d'y apporter dans la pratique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences sur la résistance de l'air.* Mémoire de M. G. Eiffel, présenté par M. Mascart (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sebert.)

« Les nombreuses expériences faites pour déterminer la résistance qu'oppose l'air à une surface en mouvement conduisent à des résultats très discordants. L'incertitude augmente encore quand, au lieu d'une lame mince frappée normalement, on considère un corps solide concave ou convexe, dont les parois plus ou moins évidées sont en partie protégées par les voisines.

» Comme cette résistance peut être assimilée à la pression du vent sur une surface immobile, au moins pour un vent régulier et sans à-coups, sa détermination présente un grand intérêt pratique. Il est nécessaire de la connaître soit pour utiliser le vent, soit pour calculer la pression exercée sur les grandes constructions, où l'effet du vent est souvent égal ou supérieur, pour beaucoup de parties, à l'effet des charges et des surcharges.

» Il paraît bien démontré que, pour une action normale, la pression est proportionnelle au carré V^2 de la vitesse, au moins jusqu'à 50^m par seconde. Si l'on admet qu'elle est aussi proportionnelle à la surface S, on peut la représenter par KSV^2, le coefficient K désignant la pression par mètre carré à la vitesse d'un mètre par seconde.

» On admet généralement $K = 0^{kg},125$, mais on sait que les résultats ainsi obtenus sont très exagérés.

» Dans les expériences anglaises on avait évalué la vitesse par les indications d'un anémomètre Robinson comparé à l'étalon de Kew, en adoptant pour cet instrument le facteur 3, mais les recherches de M. Dines ont montré que ce facteur doit être ramené à 2,20. D'autre part, M. Langley trouve la valeur $K = 0,08$, qui réduit les effets d'un tiers.

» On réalise généralement la vitesse à l'aide d'un manège. Il est bien

difficile alors de corriger les effets dus à la réaction centrifuge, aux entraînements d'air et aux courants secondaires. Quand on utilise les trains de chemin de fer, le passage de cette masse développe des remous considérables qui influent beaucoup sur les résultats.

» Le mouvement rectiligne de la plaque, isolée autant que possible dans l'espace, écarte ces inconvénients. C'est ainsi que MM. Cailletet et Colardeau ont opéré en observant la chute d'un corps léger tombant du deuxième étage de la Tour Eiffel et relié à un tambour supérieur où se fait l'enregistrement. On déterminait la vitesse à partir du moment où le mouvement devenait uniforme.

» L'appareil qui nous a servi est relativement très lourd, 120^{kg} environ. Il tombe en chute libre, à peu près comme dans le vide, guidé seulement par un câble vertical, et porte les organes d'enregistrement, savoir :

» 1° Un galet roulant sur le câble et entraînant un tambour enregistreur;

» 2° Un diapason qui inscrit le temps;

» 3° La plaque d'essai portée par des ressorts tarés et reliés à une plume qui inscrit la pression sur le tambour.

» On élimine ainsi l'influence des frottements et de toutes les causes qui retardent la chute, puisque la vitesse réelle est donnée par l'enregistreur.

» Avec une chute de 90^{m}, la vitesse atteignait 40^{m} par seconde et la pression 13^{kg} environ.

» Pour éviter la rupture de l'appareil à fin de course, le câble augmente de diamètre à la hauteur de 20^{m} au-dessus du sol et détermine, par l'intermédiaire de puissants ressorts, un freinage énergique qui ralentit la chute et arrête le mobile après un parcours d'environ 15^{m}.

» Si l'on avait pu éviter tout glissement entre le galet et le câble, la courbe inscrite aurait permis de déterminer la pression en fonction de la vitesse sur toute la trajectoire. A cause des glissements, nous n'avons retenu que les résultats obtenus pour la chute totale de 90^{m} et de 45^{m}.

» Les premières expériences ont eu pour objet l'étude de l'appareil et son application aux cas les plus simples : plaques minces, rondes, carrées ou rectangulaires, frappées normalement.

» Les moyennes de toutes les expériences, exécutées en janvier 1903 à la Tour Eiffel, ont donné :

	Surfaces relatives.	Plaques rondes.		Plaques carrées.		Plaques rectangulaires.	
		Diam.	K.	Côté.	K.	Côtés.	K.
Petites plaques...	1	0,21	0,045	0,19	0,048	»	»
Moyennes plaques.	2	0,30	0,054	0,27	0,057	»	»
Grandes plaques..	4	0,42	0,061	0,38	0,064	0,53 × 0,27	0,067

» Il en résulte les conséquences suivantes :

» 1° *Le coefficient* K *croît avec la surface*, au moins dans la limite de nos

expériences. Ce fait a donné lieu jusqu'à présent à des opinions contradictoires.

» 2° *A surface égale, le coefficient augmente avec le périmètre p.* M. Hagen avait déjà indiqué ce résultat.

» Nos expériences se représentent très exactement par la formule

$$K = 0,032 + 0,022\,p.$$

» La valeur moyenne 0,054, applicable à une plaque ronde de $0^m,30$ de diamètre pour un vent de 40^m par seconde, est plus faible que toutes celles qui ont été obtenues jusqu'à présent.

» Pour une plaque carrée de $0^{m^2},10$ de surface, notre formule conduit à $K = 0,06$, c'est-à-dire la moitié de la valeur 0,125 en usage.

» Le coefficient de D'Aubuisson est 0,113; la formule de M. Hagen donne 0,085. Le coefficient de M. Dines est 0,085; celui de M. Langley, 0,08, et celui de MM. Cailletet et Colardeau, 0,07.

» Nous avons l'intention de continuer ces recherches, en apportant diverses modifications à l'appareil et en étendant les expériences à des surfaces plus grandes, de contours variés, à des plans inclinés et à des formes différentes. »

M. E. **Fraichet** adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelle méthode d'essai des métaux magnétiques ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Potier.)

M. H. **Arnaud** adresse un Mémoire intitulé : « Étude sur quelques Rosacées, ou plantes prétendues telles ».

(Renvoi à la Section de Botanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Ch. Lallemand*, intitulé : « Volcans et tremblements de terre, leurs relations avec la figure du globe ». (Extrait du *Bulletin de la Société astronomique de France*, mai 1903). (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Perturbations séculaires d'importance secondaire.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Parmi toutes les perturbations des divers ordres que Jupiter peut faire subir à une petite planète, il nous paraît intéressant de séparer la partie qui dépend exclusivement des cosinus des multiples de l'élongation de la planète : le groupement rationnel de nos calculs se prête aisément à cette connaissance et nous avons pu indiquer les valeurs des coefficients M (¹) des termes en question. La connaissance de ces coefficients permet de construire, en coordonnées polaires, la trajectoire relative de la planète : ces trajectoires ont des formes très variées suivant la région de l'anneau qui se trouve intéressée, et leurs déformations successives permettent de suivre la valeur d'une perturbation bien définie, d'un à l'autre bord de l'anneau des astéroïdes (²).

» Jusqu'ici les perturbations que nous calculons représentent, en quelque sorte, une partie résiduelle : étant indépendantes de l'excentricité, cela revient à dire que, par hypothèse, la petite planète possédait originellement une orbite circulaire. Néanmoins nous avons montré l'importance de ces déterminations numériques pour le calcul des orbites, la construction d'éphémérides, et surtout leurs corrections; en effet, ces perturbations sont assez considérables pour qu'il soit impossible d'identifier le mouvement final de la planète avec un mouvement elliptique, fût-il approximatif : même sans se placer dans des cas extrêmes, le rayon vecteur d'une planète peut fréquemment éprouver, du fait de ces termes seuls, des modifications rapides susceptibles d'atteindre le centième de sa valeur, réagissant dans la même proportion sur l'axe ou sur l'excentricité.

» Et, en se bornant ainsi aux termes indépendants de l'excentricité, nos recherches théoriques ont déjà une conséquence pratique : l'éphéméride d'une planète peut être en défaut, soit par suite d'une mauvaise orbite, soit à cause des perturbations au moment de la nouvelle opposition. Considérons le cas d'une planète observée pendant assez longtemps, ou lors de plusieurs oppositions, c'est-à-dire dont le moyen mouvement et l'axe sont assez exacts : nous serons dans le second cas (voir *loc. cit.* la Note du

---

(¹) *Comptes rendus,* 15 décembre 1902, 16 février et 2 mars 1903.

(²) *Bulletin astronomique,* avril 1903.

a.	N_8.	N_{-8}.	N_9.	N_{-9}.	N_{10}.	N_{-10}.	N_{11}.	N_{-11}.
4,206	-1683.10^{-7}	1210.10^{-7}	-3163.10^{-8}	805.10^{-8}	-8689.10^{-8}	4358.10^{-8}	-9429.10^{-8}	4421.10^{-8}
4,156	− 417	284	+ 983	−1339	−2758	1182	−4432	1937
4,100	+ 283	− 273	3081	−2325	+ 555	− 524	−1563	581
4,070	325	− 277	3252	−2232	1105	− 723	− 986	339
3,969							− 271	7222.10^{-10}
3,845	-2967.10^{-9}	1129.10^{-9}	-3445.10^{-9}	1242.10^{-9}	-3051.10^{-9}	-1036.10^{-9}	-609.10^{-9}	1179
3,802	−1082	213	−1491	431	−1548	475	− 364	592
3,763	− 437	115	− 750	156	− 921	258	− 237	336
3,700	− 22	37	− 910	193	− 411	100	− 116	128
3,631	+ 140	− 144	-236.10^{-10}	-431.10^{-10}	-1958.10^{-10}	4023.10^{-11}	-591.10^{-10}	4667.10^{-12}
3,582	163	− 125	+ 330	− 464	−1195	2061	− 355	2048
3,515	147	− 91	488	− 359	− 557	39	− 184	594
3,472	164	− 88	720	− 386	− 371	486	− 120	177
3,442	164	− 83	768	− 368	− 277	321	-9035.10^{-12}	29
3,421	168	− 81	815	− 363	− 223	244	−7291	− 32
3,277					-5729.10^{-12}	1638.10^{-13}	−1900	− 180
3,147	-3893.10^{-11}	-1150.10^{-11}	-2142.10^{-11}	-5236.10^{-12}	−1729	244	− 567	-5032.10^{-14}
3,129	−2526	698	−1406	3177	−1479	126	− 472	−4545
3,106	−1832	482	−1023	2186	−1201	19	− 385	−4514
3,075	−1246	308	− 696	1391	− 900	− 87	− 291	−3275
3,029	− 742	168	− 414	747	− 602	− 121	− 194	−2321
2,997	− 531	113	− 296	496	− 456	− 131	− 146	−1863
2,956	− 347	7112.10^{-13}	− 194	301	− 317	− 114	− 101	−1336
2,922	− 247	4406	− 137	191	− 234	− 115	-7394.10^{-14}	−1080
2,901	− 204	3497	− 115	173	− 201	-780.10^{-14}	−6368	− 844
2,879	− 164	2685	-9016.10^{-13}	113	-1607.10^{-13}	− 950	−5034	− 778
2,824	-9814.10^{-13}	1406	−5345	5706.10^{-14}	− 992	− 721	−3071	− 511
2,771	−6066	745	−3279	2973	− 627	− 528	−1912	− 339
2,751	−5072	598	−2759	2723	− 525	− 467	−1595	− 289
2,733	−4341	481	−2347	2061	− 435	− 396	−1377	− 246
2,705	−3354	359	−1790	1280	− 351	− 347	−1053	− 201
2,673	−2553	237	−1336	840	− 267	− 281	− 792	− 156
2,650	−2085	180	−1094	620	− 218	− 240	− 642	− 129
2,618	−1587	121	− 826	398	− 165	− 193	− 484	− 100
2,598	−1311	91	− 676	288	− 136	− 151	− 392	-8129.10^{-16}
2,583	−1171	758.10^{-14}	− 605	231	− 123	− 144	− 355	−7344
2,572	−1068	670	− 549	202	− 110	− 143	− 319	−6850
2,500	− 580	196	− 294	51	-3170.10^{-15}	-848.10^{-15}	− 167	−3873
2,433	− 326	144	− 161	67.10^{-15}	−3254	− 493	-8957.10^{-16}	−2135
2,424	− 303	763.10^{-15}	− 149	50	−3014	− 454	−8299	−1954
2,412	− 272	541	− 133	− 6	−2680	− 428	−7354	−1777
2,395	− 231	366	− 113	− 37	−2269	− 358	−6155	−1504
3,371	− 192	164	-921.10^{-14}	− 21	−1857	− 291	−4999	−1210
2,353	− 165	90	− 794	− 103	−1594	− 264	−4263	−1069
2,331	− 137	2	− 652	− 115	−1305	− 221	−3463	− 880
2,300	− 106	− 72	− 497	− 118	− 992	− 173	−2600	− 672
2,256	-725.10^{-14}	− 115	− 336	− 109	− 666	− 121	−1715	− 446
2,214	− 507	− 131	− 231	− 89	− 455	-849.10^{-16}	−1152	− 312
2,187	− 460	− 100	− 182	− 82	− 356	− 681	− 892	− 245
2,155	− 303	− 124	− 135	− 71	− 262	− 521	− 645	− 183
2,136	− 256	− 131	− 114	− 65	− 220	− 446	− 538	− 154
2,123	− 232	− 99	− 102	− 73	− 197	− 396	− 480	− 136
2,108	− 203	− 105	− 88	− 48	− 169	− 339	− 409	− 116

Bull. astr.); la correction de l'éphéméride provient généralement alors de ce que, à sa nouvelle opposition, la planète est dans une région critique, à une élongation telle de Jupiter que son rayon vecteur éprouve de rapides perturbations. Rien n'est plus aisé que de reconnaître si cette circonstance se présente et, le cas échéant, d'y remédier à l'aide des termes M : la petite variation qui en résulte pour le rayon vecteur permet de corriger rapidement sur place l'ascension droite et la déclinaison sans autrement toucher à l'éphéméride.

» Les termes que nous donnons à présent concernent les corrections importantes, dans le cas où la planète n'a pas été observée pendant une ou plusieurs oppositions intermédiaires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes de courbure de certaines surfaces.* Note de M. E. **Blutel**.

« Nous avons signalé, dans deux Communications antérieures (*Comptes rendus*, t. CXXVIII), la détermination de certaines surfaces (S) qui sont caractérisées par la propriété géométrique suivante : Lorsqu'un point M décrit une ligne de première courbure C d'une surface S, la sphère principale de seconde courbure σ' relative au point M coupe une sphère fixe Σ sous un angle constant θ. (La sphère Σ et l'angle θ varient d'ailleurs avec la position de la ligne C.)

» Cette propriété donne naissance à d'autres propriétés également *caractéristiques* des surfaces (S); nous allons en signaler qnelques-unes.

» (α). *Si deux surfaces* S *et* S_1 *ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, les deux développables normales à deux lignes de première courbure correspondantes* C *et* C_1 *sont homothétiques.*

» Cette proposition, énoncée seulement sous forme directe dans la seconde des Notes mentionnées plus haut, entraîne la réciproque, c'est-à-dire que, si deux surfaces s et s_1 ayant même représentation sphérique de courbure sont telles que les deux développables engendrées par les plans normaux à deux lignes de première courbure correspondantes quelconques c et c_1 soient homothétiques, ces deux surfaces s et s_1 appartiennent à la famille des surfaces (S).

« (β). Soient M et m deux points correspondants de S et de sa représentation sphérique; soient P et p' les plans osculateurs en ces points à la ligne de seconde courbure C' sur S et à son image sphérique c' sur la sphère

de rayon 1 (plans parallèles comme on sait). *Les deux développables* Δ' *et* δ', *engendrées par* P′ *et* p' *lorsque* M *et* m *décrivent respectivement une ligne* C *et son image sphérique, sont homothétiques.*

» La proposition réciproque est vraie.

» Comme conséquence, les deux développables Δ' et Δ'_1 correspondantes dans deux surfaces S et S_1 qui ont même représentation sphérique, sont aussi homothétiques.

» Le centre I de la sphère Σ et le centre de la sphère de rayon 1, sur laquelle on a pris la représentation sphérique, sont deux points homologues dans l'homothétie qui fait correspondre les deux développables Δ' et δ'.

» Il résulte de là que, si l'on mène par le point I une parallèle à la normale en M à S, et si l'on prend son point de rencontre H avec le plan osculateur P′ relatif à ce point M, *la longueur* IH *reste constante lorsque* M *décrit* C. Inversement, on pourrait de cette proposition déduire la précédente.

» En particulier, si la longueur IH (variable avec C en général) est constamment nulle, les plans P′ relatifs à tous les points d'une même courbe C passent par le point I. Chaque développable Δ' est alors un cône. Ce cas particulier est réalisé quand les sphères σ' coupent la sphère Σ sous un angle droit.

» Ces propositions se modifient naturellement lorsque la sphère Σ est remplacée par un plan Π, le point I étant alors rejeté à l'infini. A la proposition (β) il faut substituer la suivante :

» (γ). *Chaque développable* δ' *relative à la représentation sphérique est alors un cône.*

» Mais on sait (*loc. cit.*) que cette représentation sphérique particulière convient aux surfaces à lignes de première courbure sphériques.

» La propriété (γ) est donc caractéristique de l'image sphérique des surfaces à lignes de courbure sphériques dans un système.

» D'ailleurs, on sait aussi (*ibid.*) que, si une surface admet des lignes de première courbure sphériques, on peut la regarder comme étant une surface (S), en associant à chaque ligne C une sphère Σ quelconque prise dans un faisceau convenablement choisi. Parmi ces sphères Σ il en existe une pour laquelle l'angle Θ est droit, de sorte que la développable Δ' est également un cône.

» Le cas où la développable δ' est un cylindre et où, par suite, toutes les développables Δ' relatives aux surfaces admettant cette représentation (T)

sont des cylindres, est évidemment contenu dans le précédent. On peut classer ces réseaux sphériques (T) en deux catégories :

» 1° Les courbes c du réseau sont des cercles (la développable δ' est alors évidemment une droite).

» 2° Le réseau (T) est l'image sphérique de surfaces S à lignes de première courbure sphériques pour lesquelles la développable Δ' est une droite. Ces dernières coïncident d'ailleurs avec les surfaces signalées par Bonnet et pour lesquelles la sphère contenant la ligne sphérique C coupe S sous un angle droit. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de Mathieu.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. C. Jordan.

« En poursuivant l'analyse indiquée dans une Note précédente (*Comptes rendus*, avril 1902), je suis arrivé aux propositions suivantes qui complètent certains résultats partiels obtenus depuis peu par M. Frobenius (*Sitz. Akad. Berl.*, avril 1902).

» Soient C un champ de Galois d'ordre $\pi = p^m$ (p premier); i une racine primitive de C; $\mathcal{A}_q(\pi)$ (q divisant $\pi - 1$) le groupe d'ordre πq formé des substitutions $(\alpha^g z + \beta)$ $(gq = \pi - 1)$ où α, β parcourent C sauf que α est $\not\equiv 0$; $\mathcal{L}(2, \pi)$ le groupe d'ordre $\pi(\pi^2 - 1)$ des substitutions $\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right)$, α, β, γ, δ, z parcourant C et ∞ sauf que $\alpha\delta - \beta\gamma$ est $\not\equiv 0$; $\mathcal{O}(2, \pi)$ d'ordre $\frac{1}{2}\pi(\pi^2 - 1)$ le diviseur de $\mathcal{L}$ où $\alpha\delta - \beta\gamma \equiv 1$; $\mathrm{U}(2, \pi)$ d'ordre $\pi(\pi^2 - 1)$ le groupe des substitutions $|\alpha x + \beta y, \gamma x + \delta y|$, α, β, γ, δ, x, y parcourant C sauf que $\alpha\delta - \beta\gamma \equiv 1$.

» Les équations de $\mathcal{A}_q(\pi)$ peuvent s'écrire $a^q = b_h = 1$, $b_h b_k = b_k b_h$, $a^{-1} b_h a = b_{i^g h}$ [$h, k = 1, i, \ldots, i^{m-1}$; si $i^\rho = \Sigma_0^{m-1} \alpha_{\rho s} i^s$, $b_{i^\rho} = \Pi_0^{m-1} b_{i^s}^{\alpha_{\rho s}}$; b_{i^ρ} représente $(z + i^\rho)$].

» Les équations de $\mathcal{A}_{\pi-1}(\pi)$ peuvent s'écrire (*Comptes rendus, l. c.*) $a^{\pi-1} = b^2 = 1$, $ba^\xi b = a^\eta b a^\zeta$, $i^\zeta \equiv 1 - i^\xi$, $\eta \equiv \xi - \zeta + \frac{1}{2}(\pi - 1)$ (mod. $\pi - 1$) si $p > 2$, $\eta \equiv \xi - \zeta$ (mod. $\pi - 1$) si $p = 2$; ξ parcourt une série de valeurs (mod. $\pi - 1$) telles que les équations répondant aux valeurs restantes résultent du système.

» 1. Si dans un groupe transitif $\mathcal{G}$ de degré $\pi + 1$ le diviseur fixant un symbole est $\mathcal{A}_q(\pi)$, il faut que q soit égal à $\pi - 1$ ou à $\frac{1}{2}(\pi - 1)$ ou que l'on ait $\pi = 2^n - 1 = p$, avec $q = 1$ ou n (n premier impair).

» Si $q = \pi - 1$, $\mathcal{G}$ est nécessairement $\mathcal{L}(2, \pi)$. Cette proposition a été

établie récemment par M. Miller (*Comptes rendus*, février 1903). Mais la démonstration actuelle fournit les équations de $\mathfrak{L}$, qui s'écrivent en adjoignant à celles de $\mathcal{A}_{\pi-1}(\pi)$ prises sous la seconde forme

$$c^2 = (ca)^2 = (cb)^3 = 1$$

(cf. *Journal de Mathématiques*, 1902, p. 267).

» Si $q = \frac{1}{2}(\pi - 1)$, $\mathcal{G}$ est nécessairement $\mathfrak{O}(2, \pi)$, sauf si $\pi = 7$, auquel cas il y a un seul autre type $\mathfrak{P}(7)$. Les équations de $\mathfrak{O}(2, \pi)$ s'écrivent en adjoignant à celles de $\mathcal{A}_{\frac{\pi-1}{2}}(\pi)$ les suivantes, $cb_{i^{-\rho}}c = b_{-i^{\rho}}ca^{\rho}b_{-i^{\rho}}$, ρ parcourant une série de valeurs mod. $(\pi - 1)$ telles que les équations répondant aux valeurs restantes résultent du système.

» Si $\pi = 2^n - 1 = p$ et $q = 1$, $\mathcal{G}$ coïncide avec $\mathcal{A}_p(2^n)$. Si $\pi = 2^n - 1 = p$ et $q = n$, $\mathcal{G}$ a une forme unique $\mathfrak{P}(p)$, sauf si $p = 7$, auquel cas $\mathcal{G}$ peut encore être $\mathfrak{O}(2, 7)$. $\mathfrak{P}(p)$ est un groupe résoluble contenant normalement $\mathcal{A}_1(2^n)$ dont il divise l'holomorphe et a pour équations celles de $\mathcal{A}_p(2^n)$ (prises sous la première ou la seconde forme) jointes à $c^q = 1$, $cac = a^{i^2}$, $cb = bc\,(b = b_1)$.

» 2. Dans aucun groupe transitif $\mathcal{K}$ de degré $\pi + 2$ le diviseur fixant un symbole ne peut être $\mathfrak{O}(2, \pi)$ ni $\mathfrak{L}(2, \pi)$. Si ce diviseur est $\mathfrak{P}(p)$, $\mathcal{K}$ est nécessairement le groupe des automorphismes de $\mathfrak{L}(2, 2^n)$ et ses équations s'écrivent en adjoignant à celles de $\mathfrak{L}(2, 2^n)$, $d^n = 1$, $d^{-1}ad = a^{i^2}$, $db = bd$, $dc = cd$.

» 3. Un groupe d'ordre $\pi(\pi^2 - 1)$ dont un des groupes facteurs est $\mathfrak{O}(2, \pi)$ n'a que trois formes possibles : $\mathfrak{L}(2, \pi)$; le produit direct de $\mathfrak{O}(2, \pi)$ par un groupe d'ordre 2; $\mathrm{U}(2, \pi)$ qui est défini par les équations de $\mathfrak{O}(2, \pi)$ où l'on remplace $a^{\frac{\pi-1}{2}} = 1$ par $a^{\frac{\pi-1}{2}} = d$ et auxquelles on adjoint $d^2 = 1$, $db_h = b_h d$, $dc = cd$.

» 4. Ainsi se trouve établi, indépendamment de la théorie des caractères, ce théorème de M. Frobenius, que les seuls groupes de degré p, ayant $p + 1$ sous-groupes d'ordre p, sont $\mathfrak{L}(2, 5)$, $\mathfrak{O}(2, 5)$, $\mathfrak{O}(2, 7)$, $\mathfrak{O}(2, 11)$ [1]. »

---

[1] Je profite de l'occasion pour signaler une inadvertance qui enlève toute valeur à la seconde partie de ma Note du 6 octobre dernier. M. Schur a d'ailleurs publié depuis (*Sitz. Akad. Berl.*, octobre 1902) une démonstration élémentaire d'un théorème plus général de M. Frobenius.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polygones curvilignes.* Note de M. S. ZAREMBA, présentée par M. Poincaré.

« Considérons la fonction $f(z)$ de la variable z définie par l'équation suivante

$$f(z) = -\frac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{z^2+t^2}}}{\sqrt{z^2+t^2}}\,dt.$$

» Cela posé, rapportons le plan à un système de coordonnées rectangulaires, désignons par r la distance de deux points (a, b) et (x, y) et convenons d'appeler *potentiels logarithmiques généralisés* de simple couche et de double couche, les fonctions déduites des potentiels logarithmiques ordinaires de simple couche et de double couche par la substitution de la fonction $f(\mu r)$, où μ représente un nombre réel et positif, à la fonction $\log r$. Ces potentiels logarithmiques généralisés seront des intégrales particulières de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \mu^2 u = 0,$$

intégrales qui, dans la théorie de cette équation, joueront le rôle des potentiels logarithmiques ordinaires dans celle de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$$

» Ces remarques faites, on étendra aisément la théorie que j'ai exposée dans mon Mémoire : *Sur l'intégration de l'équation* $\Delta u + \xi u = 0$ (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1902), et dont j'ai résumé les résultats dans ma Note, présentée à l'Académie le 24 juin 1901, au cas de deux variables indépendantes, quitte à y apporter de légères modifications nécessitées par ce fait qu'un potentiel logarithmique *ordinaire* de simple couche représente une fonction harmonique qui, en général, n'est pas régulière à l'infini. Il en est ainsi, à condition, cela va sans dire, de maintenir l'hypothèse d'après laquelle l'angle formé par les normales élevées à la frontière en deux points quelconques est inférieur au produit d'une constante finie par la distance de ces points. Dans quelle mesure est-il possible d'étendre les théorèmes énoncés dans ma Note du 24 juin 1901 au cas où la frontière

se composerait de polygones curvilignes? L'étude de cette question m'a conduit au résultat suivant : désignons par (S) un polygone curviligne ou un système de polygones curvilignes, frontière commune de deux domaines dont l'ensemble constitue tout le plan; soit (D') celui de ces domaines qui s'étend à l'infini et (D) le second d'entre eux; convenons de compter les angles de nos polygones curvilignes à l'*intérieur* du domaine (D) et soit θ un de ces angles; désignons par R la plus petite valeur que prend le rapport $\frac{\pi}{|\pi-\theta|}$ quand on envisage successivement tous les angles de (S). Supposons que $R > 1$, reprenons les notations de ma Note citée plus haut et considérons un potentiel de simple couche u et un potentiel de double couche v vérifiant les équations suivantes :

$$\left(\frac{du}{dw}\right)_i - \left(\frac{du}{dw}\right)_e = \lambda\left[\left(\frac{du}{dw}\right)_i + \left(\frac{du}{dw}\right)_e\right] + 2\sigma_0,$$
$$(v)_e - (v)_i = \lambda[(v)_e + (v)_i] + 2h_0,$$

où l'on a représenté par λ un paramètre variable et par σ_0 et h_0 deux fonctions données, définies sur (S), continues en général, mais pouvant cesser de l'être, d'une certaine façon, en un nombre fini de points.

» Cela posé, les théorèmes de ma Note du 24 juin 1901 seront applicables aux fonctions u et v définies par les équations précédentes, *mais à condition* de n'envisager que les valeurs de λ vérifiant l'inégalité $|\lambda| < R$. En outre, si l'on désigne par $\varphi(A)$ la densité en A de la simple couche dont dérive une des fonctions fondamentales de M. Poincaré et par M un des sommets de l'un des polygones (S), le produit $\varphi(A).\overline{AM}^p$, où p représente un nombre positif inférieur à l'unité, pouvant avoir pour des fonctions fondamentales différentes des valeurs différentes, reste fini lorsque le point A tend vers le point M. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les caractéristiques des voyelles, les gammes vocaliques et leurs intervalles.* Note de M. l'abbé **Rousselot**, présentée par M. Mascart.

« Helmholtz nous a dotés d'une méthode simple et assez facile pour déterminer les caratéristiques des voyelles; après avoir donné à sa bouche la forme propre à une voyelle quelconque, il cherchait, au moyen de diapasons de diverses hauteurs, à quelle note était accordée la masse d'air con-

tenue dans la cavité. Mais il n'a trouvé que les caractéristiques de trois voyelles (*o, a, é*); il s'est trompé pour celles de *ou, i*, qui ont été déterminées plus tard par Kœnig. Nous connaissons donc les caractéristiques de *oû, ô, â, é, î*, à savoir : $si\flat_2$, $si\flat_3$, $si\flat_4$, $si\flat_5$, $si\flat_6$.

» Helmholtz a eu encore le mérite de voir que sa méthode pourrait servir à définir des vérités dialectales. C'est ce qui me détermina, dès 1886, à faire construire par Kœnig un diapason à poids glissant, qui donne de 1720 à 1856 v. s. Je m'en servis dans mes recherches de phonétique et je reconnus qu'effectivement des différences de timbre très légères avaient pour correspondantes des différences de hauteur très sensibles. De plus, aidé par des remarques sur les variantes d'audition, j'eus la pensée que les gammes vocaliques des diverses langues sont transposables et que l'*a* pourrait être pris comme diapason. Je ne pus pas alors pousser mes recherches plus loin, faute d'appareils. Mais l'acquisition faite, par l'*Institut de laryngologie et orthophonie*, du *grand tonomètre universel* de Kœnig, qui embrasse toute la série des sons simples, depuis ut_2 (32 v. s.) jusqu'à ut_7 (8192) et au delà jusqu'à 180000, m'a permis de les reprendre.

» Mes premières recherches ont porté sur mes propres voyelles et, en vérifiant sur moi-même les déterminations de Helmholtz et Kœnig, j'ai constaté que, pour ce qui me concerne, les intervalles d'octave se retrouvent entre les voyelles *oú* (boue), *ó* (beau), *á* (pâte), *é* (fée), *í* (pie), comme dans les voyelles correspondantes de l'Allemagne du Nord, malgré le changement de hauteur que j'avais observé pour mon *á*, soit, en rapprochant les notes précisées par Kœnig en vibrations simples de celles que j'ai déterminées moi-même :

	oú.	*ó.*	*á.*	*é.*	*í.*
K...............	448	896	1792	3584	7168
R...............	456	912	1824	3648	7296

» Même résultat pour les voyelles correspondantes de l'agenais, du rouergat, de l'anglais, du roumain que j'ai eu l'occasion d'étudier. Il y a donc lieu de supposer que la hauteur de l'*a* grave règle celle des autres voyelles et qu'il existe des systèmes vocaliques composés de quatre octaves transposables.

» Les voyelles intermédiaires *ou* (*bouteille*), *o* (*or*), *o* (*botte*), *a* (*patte*), *à* (*part* dans la prononciation parisienne), *è* (*fête*), *e* (*leste*), *i* (*Paris*) se rangèrent comme d'elles-mêmes dans des intervalles que je jugeai d'abord très voisins de ceux de notre gamme musicale et que je reconnus ensuite égaux à des huitièmes exacts :

1.	$\frac{9}{8}$.	$\frac{10}{8}$.	$\frac{11}{8}$.	$\frac{12}{8}$.	$\frac{13}{8}$.	$\frac{14}{8}$.	$\frac{15}{8}$.	2.
oú.				*ou.*				*ó.*
456	»	»	»	684	»	»	»	912

1.	$\frac{9}{8}$.	$\frac{10}{8}$.	$\frac{11}{8}$.	$\frac{12}{8}$.	$\frac{13}{8}$.	$\frac{14}{8}$.	$\frac{15}{8}$.	2.
ó.				*o.*		*ò.*		*á.*
912	»	»	»	1368	»	1596	»	1824
á.	*a.*	*à.*		*è.*		*e.*		*é.*
1824	2052	2280	»	2736	»	3192	»	3648
e.				*i.*				*i.*
3648	»	»	»	5472	»	»	»	7296

» Le français ne possède, on le voit, pour ses *voyelles-types*, que certains intervalles; mais on en trouverait d'autres si l'on relevait les diverses variétés de timbre que produisent les combinaisons de la phrase. Et, de fait, on a pu les observer en rouergat.

» Les voyelles mixtes *eù* (*heure*), *eu* (*bœuf*), *eû* (*bœufs*), *u* (*tu*), *û* (*tue*) possèdent, comme leur constitution physiologique l'indique, deux caractéristiques et correspondent à deux des voyelles précédentes :

eù....... *è* + *á*, *eu*....... *e* + *ò*, *eû*....... *e* + *o*,
u....... *é* + *ó*, *û*....... *i* + *ou*.

Les voyelles nasales ont, outre leurs résonances propres, celles de certaines voyelles pures dont elles se rapprochent plus ou moins :

on............ 1380, *ain*............ 2696,
an............ 1836, *eun*............ 2704.

» J'ai vérifié la méthode par trois moyens différents :

» 1° Une série harmonique de 32 résonnateurs a confirmé pour les voyelles roumaines les déterminations déjà obtenues;

» 2° Une sirène à ondes donnant les 16 premiers harmoniques reproduit exactement un *a* dont le tracé a été soumis à l'analyse et qui a pour harmonique le plus intense le 7ᵉ son composant. Or, la fondamentale étant de 136,34 v. s., celui-ci est de 1660 et se trouve le plus voisin de la caractéristique.

» 3° Les oreilles des sourds sont privées de la faculté d'entendre certains sons qu'il est facile de déterminer par les diapasons, elles tamisent en quelque sorte les composés sonores du langage et deviennent en phonétique de véritables analyseurs au même titre que les prismes en Optique. Or, elles perçoivent les voyelles dont les caractéristiques font partie de

leur champ auditif et non les autres qui, ou bien ne sont pas identifiées, ou bien se confondent avec d'autres voyelles dont les caractéristiques se trouvent parmi les sons non interceptés. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique*. Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. E.-H. Amagat.

« Dans le numéro d'avril 1902 du *Journal de Physique*, nous avons publié un travail sur les phénomènes de la rétine. Un des phénomènes étudiés alors était *l'existence d'une espèce d'oscillation irrégulière du minimum lumineux dans le temps*. J'ai depuis cherché s'il n'existe pas aussi une oscillation dans les perceptions chromatiques.

» Pour cela, j'ai d'abord examiné dans le spectroscope un faible spectre de bandes; je tournais la lunette de façon à observer une bande rouge seule. Celle-ci, si son intensité est assez faible, oscille et s'efface complètement, après avoir subi une faible diffusion par le contour, puis la perception de la couleur revient, la lumière s'efface de nouveau et ainsi de suite, sans que cette bande paraisse incolore. Mais les autres bandes lumineuses, surtout la violette, deviennent très vite incolores.

» Pour mieux examiner l'oscillation dans les lumières colorées, nous avons pris dans la chambre obscure une flamme de gaz d'éclairage de dimensions minimes, ne présentant aucun point brillant. J'observais cette flamme très faible, et qui paraît blanc bleuâtre, à travers des verres colorés (rouge, vert et bleu).

» Outre le cas déjà connu où l'on se trouve très loin de la flamme et l'on ne distingue plus la couleur, et celui de la distance moyenne où la lumière, de diffuse et presque incolore, devient nette et colorée, puis s'efface et *vice versa*, nous avons à signaler le cas où nous nous trouvons assez près de la flamme (50^{cm}) pour qu'on distingue bien sa couleur et sa forme à travers les verres; alors la lumière, de couleur pure devient lavée, en passant par diverses dégradations de la même couleur et enfin elle s'efface, *sans devenir avant l'effacement, incolore. Et quand la perception de la lumière revient, elle paraît de couleur pure*, après quoi elle paraît se mélanger avec du blanc. Ce cas est très intéressant. Il nous montre que la lumière colorée peut s'effacer comme couleur sans passer par la perception incolore.

» Dans ces nouvelles observations j'ai essayé de mesurer l'intensité de la très faible et minime flamme.

» Malheureusement aucun des photomètres connus ne peut servir. Seul le photomètre Bunsen pourrait donner une idée peu précise des phénomènes. Mais nous pouvons employer comme photomètre une petite sphère, à surface catoptrique, en la plaçant très près de la faible flamme et loin d'une bougie allumée. Nous voyons ainsi dans le globule catoptrique deux petites taches lumineuses de la même façon que dans le photomètre de Wheatstone.

» Tel est le photomètre simple que je propose, et qui n'est pas peut-être très juste, mais il est d'égale justesse à celui de Wheatstone, et peut-être le seul dont on peut faire usage pour une lumière très faible et de dimensions minimes. Nous avons mesuré ainsi l'intensité de la flamme (40^{mm^2} de section maxima) ayant le sommet brillant, et nous l'avons trouvée égale à $\frac{1}{3500}$ de bougie. De même, l'intensité de la flamme sans aucune partie brillante a été trouvée égale à $\frac{1}{2500}$ de bougie. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conséquences de la théorie des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Éd. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« La théorie des anomalies des aciers au nickel expliquée par la transformation du fer de l'état α à l'état γ ou inversement, plus ou moins modifiée dans son allure, abaissée dans l'échelle des températures, affectée ou non d'hystérèse thermique, conduit à quelques résultats intéressants.

» 1° L'allure anormale de la variation du module d'élasticité, observée aux températures ordinaires dans les alliages irréversibles ou réversibles, conduit à admettre qu'il se produit, dans l'une des transformations du fer pur, un renversement dans le sens du changement du module. Or, des deux transformations du fer, une seule, le passage β à γ, s'effectue avec une variation importante du volume, et, si l'on admet que les réactions élastiques à l'intérieur d'un solide sont une fonction des distances moléculaires, on sera tout naturellement amené à prévoir une variation positive importante du module dans le passage, à température ascendante, du fer β au fer γ. Certaines expériences de M. Howe, restées inexpliquées, trouvent dans cette indication leur cause naturelle.

» 2° La réalité de la transformation du fer permet de préciser l'explication que j'ai donnée des résultats trouvés par MM. Nagaoka et Honda dans l'étude des variations de volume des aciers au nickel sous l'action du

champ magnétique. Je rappellerai que ces variations sont jusqu'à 50 fois plus grandes dans ces aciers que dans le fer, et que le maximum d'action du champ se produit sur les alliages d'une teneur telle que, à la température de l'expérience, ils se trouvent dans la première période de leur transformation à température descendante, caractérisée à la fois par l'apparition du magnétisme et la dilatation virtuelle, c'est-à-dire dans l'état où ils seront le plus sensibles aux causes de modification de leur équilibre.

» Or, M. P. Curie a trouvé autrefois (*Thèse*, p. 90) que les courbes représentant la susceptibilité magnétique du fer pour des champs d'intensités croissantes s'écartent légèrement, sur l'axe des températures, dans la région de la chute la plus rapide du magnétisme, c'est-à-dire vers 750°. Il semble donc que le champ magnétique précipite la transformation qui fait apparaître le ferro-magnétisme. Comme, dans les aciers-nickels à haute teneur, les deux transformations se produisent simultanément, cet accroissement de l'état magnétique par l'effet d'un champ intense entraîne nécessairement une augmentation de volume à température constante.

» On voit ainsi que, pour le fer isolé ou en dissolution dans du nickel, l'état actuel dépend non seulement de la température et de la pression, mais aussi du champ magnétique, qui devient ainsi un troisième facteur d'action dans l'expression de la règle des phases appliquée aux aciers.

» 3° On peut se demander si d'autres alliages que les aciers-nickels possèdent des propriétés analogues.

» D'abord, toutes les anomalies observées étant liées aux transformations du fer, on ne devra s'attendre à en rencontrer de semblables que dans les alliages contenant une forte proportion de ce métal. On a bien, en effet, constaté des changements de même nature, toujours irréversibles, dans les alliages du fer avec le manganèse. Mais les propriétés réversibles anormales, telles que la faible dilatabilité, n'ont pas été observées jusqu'ici ailleurs que dans les aciers-nickels. Or on sait, par les belles études de M. Ch. Maurain sur les propriétés magnétiques des couches de passage, que le fer à l'état très disséminé n'est pas sensiblement magnétique, à moins de se trouver sur un support constitué par un métal magnétique. Il en résulte que le fer très dilué dans le nickel sera magnétique ou non magnétique en même temps que son support, c'est-à-dire qu'il prendra la température de transformation du nickel.

» Ainsi se trouvent levées les difficultés signalées par M. Osmond, dans l'application de la théorie de M. L. Dumas, fondée sur l'idée, appuyée de belles expériences, que les propriétés essentielles des aciers-nickels à

haute teneur en nickel sont dues aux transformations de ce métal. Puisque la transformation du nickel entraîne celle du fer, les rôles des deux transformations sont nettement délimités; la première est essentielle dans la production des phénomènes observés, mais la transformation du fer engendre seule les anomalies de dilatation, d'élasticité, etc., ainsi que la presque totalité du dégagement de chaleur.

» Si cette théorie est exacte, les anomalies réversibles sont le résultat nécessaire de la dissémination du fer dans un dissolvant constitué par un métal magnétique à température de transformation plus basse que celle du fer. Le nickel étant seul dans ce cas, les aciers au nickel sont seuls susceptibles de posséder les propriétés exceptionnelles qu'ils ont montrées à l'expérience. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la diminution du potentiel pour tout changement spontané dans un milieu de température et de pression constantes.* Note de M. **Ariès**, présentée par M. Mascart.

« L'objet de cette Note est de démontrer, d'une façon qui nous a paru à la fois simple et rigoureuse, la proposition suivante, qui joue un rôle important dans la statique chimique :

» *Si un système, placé dans un milieu à la température et à la pression duquel il reste constamment soumis, vient à subir un changement spontané, grâce à la suppression de certaines liaisons qui empêchaient ce changement, quand un nouvel état d'équilibre sera établi, le potentiel de ce système aura diminué.*

» Ce potentiel, exprimé en fonction de la pression p et de la température absolue T, étant représenté par H, sa variation ΔH doit être négative.

» Dans le changement irréversible qui s'est produit, l'entropie Σ de tout l'ensemble constitué par le milieu et par le système aura augmenté. On doit donc avoir, pour la variation $\Delta\Sigma$ de cette entropie :

$$\Delta\Sigma > 0.$$

» Cette variation comprend la variation ΔS de l'entropie du système et la variation d'entropie du milieu, qui est $\frac{\Delta Q}{T}$, ΔQ représentant la quantité de chaleur dégagée dans le milieu par le système. L'inégalité précédente devient donc

$$\frac{\Delta Q}{T} + \Delta S > 0$$

ou

$$\Delta Q + T\Delta S > 0. \qquad (1)$$

» Le travail effectué par le système est égal à la pression constante p, à laquelle il reste soumis, multiplié par l'accroissement ΔV que subit son volume; en sorte que, d'après le principe de conservation, la quantité ΔQ obéit à la relation

$$\Delta Q + \Delta U + p\Delta V = 0, \qquad (2)$$

ΔU étant la variation d'énergie du système. Cette variation s'obtient en différentiant l'équation connue

$$U = H + TS - pV,$$

dans laquelle T et p sont à considérer comme des constantes, ce qui donne

$$\Delta U = \Delta H + T\Delta S - p\Delta V.$$

Cette valeur de ΔU étant transportée dans l'équation (2), il vient

$$\Delta Q + \Delta H + T\Delta S = 0,$$

d'où l'on tire, d'après l'inégalité (1),

$$\Delta H < 0,$$

qui était l'inégalité à démontrer. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action de l'iode sur les pellicules de cuivre obtenues par ionoplastie.* Note de M. **Houllevigue**, présentée par M. Mascart.

« 1° *Détermination de l'épaisseur des pellicules.* — Le procédé que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1] permet d'obtenir, sur verre, des dépôts réguliers de cuivre, d'épaisseur variable à volonté. Pour déterminer cette épaisseur, j'ai eu recours au procédé optique indiqué par Fizeau pour l'argent, et qui réussit également bien avec le cuivre.

» Dans l'application de cette méthode, j'ai modifié le procédé classique d'ioduration, d'une manière qui me paraît avantageuse; le grain d'iode n'est plus déposé sur la lame de cuivre, mais suspendu au-dessus d'elle à l'aide d'une pince placée dans un

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 626.

entonnoir; on peut, en réglant la distance de l'iode à la lame, donner aux anneaux l'épanouissement qu'on désire, en même temps qu'on évite la macule que le contact de l'iode laisse toujours dans la tache centrale.

» Ce procédé donne rapidement le produit $n\varepsilon$ de l'épaisseur de l'iodure formé par l'indice moyen n de cet iodure; mais comme on ne connaît ni n, ni la densité de l'iodure, on a dû, pour en déduire l'épaisseur e de la lame de cuivre, procéder comme suit :

» Une lamelle de verre mince de $30^{mm} \times 40^{mm}$ était pesée avant et après métallisation, ce qui donnait, à $\frac{1}{10}$ de milligramme, le poids p du cuivre déposé (poids compris entre $1^{mg},2$ et 2^{mg}). On en déduit l'épaisseur moyenne $e = \frac{p}{30 \times 40 \times 8,9}$. Puis, cinq groupes d'anneaux formés sur la lame de cuivre permettent d'évaluer son épaisseur optique moyenne $n\varepsilon$; enfin l'ioduration totale de la lame montre si la pellicule est assez régulière pour que ce procédé n'entraîne pas d'erreurs notables.

» La moyenne de quatre déterminations bien concordantes a donné

$$e = \frac{n\varepsilon}{12,7}.$$

» 2° *Épaisseur limite pour l'attaque du cuivre par l'iode.* — En appliquant le procédé décrit ci-dessus à des pellicules de plus en plus minces, on constate qu'il ne donne plus rien pour les dépôts d'épaisseur inférieure à $40^{\mu\mu}$ environ; toutes les tentatives pour iodurer ces couches très minces ont échoué, et cependant leur méthode de formation, leur spectre d'absorption, leur oxydabilité prouvent qu'elles sont bien constituées par du cuivre métallique.

» D'autre part, un nouveau fait vient confirmer cette inaltérabilité des pellicules très minces de cuivre : Lorsque, après avoir produit sur une pellicule d'épaisseur supérieure à $40^{\mu\mu}$ une série d'anneaux colorés par ioduration, on procède ensuite à l'ioduration complète du métal, on devrait s'attendre à voir disparaître toute trace des anneaux précédents; or, il n'en est rien; quel que soit le procédé employé, *il reste toujours, autour de la tache centrale d'iodure, une zone complètement ou partiellement inaltérée.*

» Cet effet s'interprète aisément en admettant que la couche de cuivre très mince, laissée autour de la tache centrale d'iodure par la première ioduration, est inférieure à l'épaisseur pour laquelle la vapeur d'iode peut agir sur elle. Tout le reste de la lame est donc attaqué dans l'ioduration totale, sauf la zone très étroite qui borde la tache centrale.

» Cette explication est justifiée par les remarques suivantes :

» 1° L'hyposulfite de soude en solution très étendue, qui dissout l'iodure formé, laisse persister la trace de la première ioduration; cette trace paraît être constituée par du cuivre inaltéré.

» 2° Bien que l'iodure de cuivre soit très peu altérable à la lumière, on pourrait attribuer l'effet observé à cette altération; or les phénomènes restent exactement les mêmes lorsqu'on opère à l'obscurité.

» 3° Une lame très épaisse (3^{mm}) de cuivre ne donne jamais lieu à la persistance d'anneaux qu'on observe avec les lames minces.

» 4° Une condition nécessaire de la persistance des anneaux est que l'ioduration totale ne commence que lorsque la première ioduration est totalement achevée (il suffit de quelques secondes d'intervalle entre les deux opérations), sans quoi la deuxième réaction n'est que le prolongement de la première, et la surface est uniformément iodurée.

» 5° Sur une lame de cuivre d'épaisseur aussi uniforme que possible, j'ai formé six systèmes d'anneaux ayant au centre les épaisseurs optiques suivantes :

	Numéros					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$n\varepsilon$ en $\mu\mu$...........	1151	948	747	600	430	306

» Le n° **1** correspondait à la transformation totale de cuivre en iodure. Puis toute la lame a été iodurée. Après cette opération, on a pu constater que les taches **1**, **2**, **3** étaient nettement visibles, **4** à peine discernable, **5** et **6** n'avaient laissé aucune trace. D'après cela, la couche de cuivre incapable d'être iodurée ultérieurement aurait une épaisseur inférieure à $\frac{1151 - 600}{12,7} = 43^{\mu\mu}$.

» 6° J'ai fait, sur de multiples échantillons d'épaisseurs variables, les déterminations suivantes : sur une lamelle de verre cuivrée on formait, par le procédé décrit plus haut, de larges anneaux d'iodure; la lame était ensuite coupée en deux par le milieu des deux anneaux; l'une des moitiés était iodurée totalement, puis recollée à côté de l'autre moitié; en examinant l'ensemble des deux demi-lames dans un appareil à projection, il était possible d'apprécier (non sans quelque incertitude) quelles couches avaient résisté à l'ioduration totale.

» Si $n\varepsilon$ et $n\varepsilon'$ sont les épaisseurs optiques correspondant à la tache centrale et au bord extérieur de la zone qui a résisté à la deuxième ioduration, l'épaisseur maxima du cuivre inaltéré est $x = \frac{n(\varepsilon - \varepsilon')}{12,7}$.

» Voici quelques résultats obtenus par cette méthode [1] :

$n\varepsilon$ en $\mu\mu$.......	1652	1376	1258	1258	1334	747
$n\varepsilon'$............	1151	1101	843	826	747	332
x.............	39	22	33	34	46	32

» Les épaisseurs limites déterminées par les différents procédés qui

(1) L'argent donne naissance au même phénomène : une pellicule d'argent a donné $n\varepsilon = 1927$, $n\varepsilon' = 1621$, d'où $x = \frac{1927 - 1621}{9} = 34^{\mu\mu}$.

viennent d'être décrits sont du même ordre de grandeur que les couches de passage définies à l'aide de la résistance électrique, ou par d'autres procédés. En tous cas, on peut représenter les résultats de cette étude en disant que : *La plus petite molécule de cuivre capable de réagir chimiquement sur la vapeur d'iode a des dimensions de l'ordre de* $40^{\mu\mu}$. *Son poids est de l'ordre de* 5×10^{-13} *milligramme.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Simplification de l'analyse des silicates par l'emploi de l'acide formique.* Note de M. **A. Leclère**, présentée par M. Ad. Carnot.

« La plupart des méthodes d'analyse des silicates sont fondées sur le fait qu'en solution aqueuse, et dans les conditions favorables à la formation des sels basiques, les sesquioxydes comme l'alumine, et les bioxydes comme la silice se précipitent à l'état de sels basiques beaucoup moins solubles que ceux des protoxydes.

» On a reconnu depuis longtemps que, dans la pratique, les séparations obtenues sont souvent incomplètes, et les difficultés qu'elles paraissent entraîner sont attestées par les innombrables variations des procédés en usage. J'ai découvert que ces difficultés proviennent simplement de ce que l'acide employé à la dissolution du silicate et à la formation des sels basiques n'est pas approprié à cette opération. L'acide nitrique, qui est le plus généralement préféré, n'est pas lui-même tout à fait le plus convenable.

» En effet, si l'on considère un état d'équilibre momentané entre une solution renfermant des molécules d'acide et un précipité de sel basique, on peut prévoir que la substitution d'une molécule d'oxyde supérieur, dans la molécule d'acide dissous, doit apporter à cet équilibre une perturbation d'autant plus considérable que le poids moléculaire de l'acide dissous est lui-même plus faible. Or l'acide nitrique, bien que d'un poids moléculaire assez bas, ce qui justifie la préférence dont il a été l'objet jusqu'à ce jour, n'est cependant pas le plus léger des acides connus; cette propriété caractéristique appartient à l'acide formique.

» J'ai dès lors vérifié, par de nombreux essais, que l'analyse des silicates et les diverses séparations qu'elle comporte s'opèrent avec la plus grande facilité de la manière suivante :

» Après la fusion avec l'une quelconque des bases qui sont employées pour rendre le silicate attaquable aux acides, on traite la matière par une quantité convenable d'eau bouillante dans laquelle on verse immédiatement de l'acide formique de manière

à obtenir finalement un liquide renfermant environ 5 pour 100 d'acide formique libre, et l'on maintient ce liquide à 100° pendant deux jours.

» La silice et même l'acide titanique se précipitent entièrement, sans passer par l'état gélatineux, et peuvent alors être facilement séparés par filtration. En neutralisant par de l'eau ammoniacale le liquide filtré, et en le portant de nouveau à la température de l'ébullition, on détermine la précipitation complète du fer et de l'alumine, sans autre entraînement que celui de la base en grand excès qui a été employée pour rendre le silicate attaquable.

» La filtration est facile. La précipitation du fer à l'état de formiate est connue depuis longtemps. J'ai constaté que celle de l'alumine s'effectue aussi, dans ces conditions, avec la plus grande exactitude, et il est facile de le vérifier en opérant simplement sur de l'alun de potasse dissous dans l'eau chaude et additionné successivement d'acide formique et d'ammoniaque jusqu'à neutralisation. On précipite ainsi toute l'alumine et l'évaporation à sec du liquide fournit toute la potasse de l'alun.

» En combinant l'emploi de l'acide formique à celui de l'oxyde de plomb, dont il a déjà été question dans une Note du 29 novembre 1897, on obtient une méthode d'analyse qui permet de déterminer avec beaucoup de précision et de facilité tous les éléments d'un silicate.

» Il paraît probable que l'acide formique est l'agent le plus important de la séparation par laquelle les végétaux puisent dans le sol, avec exclusion de l'alumine, les bases qui se rencontrent dans leurs cendres. Les acides organiques d'un poids moléculaire supérieur dissolvent en effet l'alumine avec une facilité croissante et arrivent même à empêcher sa précipitation par l'ammoniaque en excès. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de production et de stabilité de l'acide hyposulfureux.* Note de M. **J. Aloy**, présentée par M. H. Moissan.

« Lorsque l'acide hyposulfureux est mis en liberté par l'action d'un acide sur un hyposulfite, il se détruit aussitôt et donne lieu, ainsi que l'a montré M. Berthelot (1), à un équilibre très complexe d'où résulte la formation simultanée d'acide sulfureux et des acides thioniques.

» Pour déterminer la quantité d'acide hyposulfureux existant à un moment donné, dans un tel mélange, j'ai d'abord, par un premier titrage à l'iode, établi une relation entre les proportions des acides hyposulfureux et sulfureux; j'ai cherché ensuite la quantité d'acide sulfureux en dosant l'acide sulfurique avant et après le titrage à l'iode. Cette méthode suppose

(1) Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII, p. 506.

évidemment que l'iode est sans action, du moins immédiate, sur les acides tri- et pentathioniques. Ce fait a été vérifié par M. Berthelot.

» *Production d'acide hyposulfureux par l'action de l'acide sulfureux sur le soufre.* — L'on peut obtenir des quantités appréciables d'acide hyposulfureux en saturant par du gaz sulfureux une solution d'alcool à 95° tenant en suspension du soufre neutre lavé. La présence de l'acide peut être constatée déjà après 5 minutes de contact par la réaction de Rose à l'aide du nitrate d'argent; après 1 heure, j'ai trouvé $1^g,8$ d'acide par litre à la température de 20°. La proportion d'acide est beaucoup plus faible dans l'alcool méthylique et à peu près nulle dans l'alcool amylique et l'éther.

» *Stabilité.* — Comme terme de comparaison je me suis servi de deux solutions $S^2O^3Na^2$ ($79^g = 2^l$) et HCl ($1^{mol} = 2^l$). J'ai suivi la transformation de l'acide hyposulfureux résultant du mélange des deux solutions à la température de 14° environ :

	Acide hyposulfureux.
Après $0^h.5^m$	82
Après 0.15	61,8
Après 0.30	56
Après 2	44,2

» Diverses influences augmentent ou diminuent la stabilité de l'acide.

» *Influence du dissolvant.* — L'acide hyposulfureux est plus stable dans l'alcool que dans l'eau. Une solution, dans l'alcool à 95°, qui contient 4^g d'acide par litre reste limpide et ne dépose pas de soufre, même après plusieurs heures; une solution aqueuse de même titre se trouble après quelques minutes. L'addition d'eau à la solution alcoolique produit presque immédiatement un précipité de soufre.

» La présence des sels neutres augmente aussi la stabilité de l'acide. Ainsi, en mélangeant les deux solutions types après les avoir saturées de sel marin, j'ai trouvé :

	Acide hyposulfureux.
Après $0^h.5^m$	83,5
Après 0.15	64,5
Après 2	47,8

» *Influence de la lumière.* — La lumière diffuse est sans action appréciable sur la vitesse de décomposition de l'acide hyposulfureux, la lumière solaire l'accélère légèrement :

	Acide hyposulfureux.	
	A l'obscurité à 24°.	Au soleil à 24°.
Après $0^h.5^m$	80,4	79,9
Après 0.15	59,7	57,7
Après 1	47	44,2

» *Influence des acides.* — Une solution d'acide hyposulfureux contenant $3^g,2$ d'acide par litre a été préparée par l'action de l'acide sulfurique sur la quantité théorique d'hyposulfite de baryum. A 10^{cm^3} de cette solution j'ai ajouté 1^{cm^3} d'acide chlor-

hydrique ou des proportions équivalentes des acides sulfurique, trichloracétique et acétique.

» Au moment où 50 pour 100 de l'acide avaient disparu dans le lot normal, les proportions décomposées dans les autres lots atteignaient :

	Lot normal.	HCl.	SO^4H^2.	CCl^3CO^2H.	CH^3CO^2H.
$S^2O^3Na^2$ décomposé....	50	72	65	64	52

» La présence des acides favorise donc la décomposition, et ce sont les acides les plus ionisés qui agissent le plus efficacement.

» *Influence de l'acide sulfureux.* — La décomposition de l'acide hyposulfureux semble surtout réglée par la proportion d'acide sulfureux existant dans la solution : Si à 10^{cm^3} d'une solution $S^2O^3Na^2$ ($79^g = 10^l$) l'on ajoute $0^g,1$ de sulfite de sodium, puis 10^{cm^3} d'une solution HCl ($1^{mol} = 10^l$), le mélange reste parfaitement limpide, le dépôt de soufre n'a pas lieu. Si au contraire on enlève l'acide sulfureux au fur et à mesure de sa production, par un courant de gaz carbonique, la décomposition devient rapide et totale.

» *En résumé :* 1° On peut produire rapidement de l'acide hyposulfureux par l'action d'une solution alcoolique de gaz sulfureux sur le soufre.

» 2° La présence d'alcool et des sels neutres augmente la stabilité de l'acide hyposulfureux ; la présence des acides et l'action des rayons solaires facilitent sa décomposition.

» 3° Le mode de destruction de l'acide dépend de la proportion d'acide sulfureux existant dans la solution.

» Je me propose de faire une application de ces résultats à l'étude des hyposulfites acides. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'éthérification des hydracides.* Note de M. A. **Villiers**, présentée par M. H. Moissan. (Extrait.)

« Lorsqu'un mélange d'hydracides et d'alcool a atteint l'équilibre correspondant à une température déterminée, s'il est ensuite abandonné à des températures inférieures, on observe des modifications profondes. La lenteur avec laquelle ces variations se produisent et celle avec laquelle l'acide chlorhydrique s'éthérifie ne m'a pas permis de les étudier d'une manière complète, mais cependant les résultats actuellement acquis en indiquent nettement le sens.

» Avec l'acide sulfurique, une fois qu'on a atteint le terme de la rétrogradation lente, due à la production de l'éther ordinaire, on constate que l'équilibre final est stable et indépendant de la température. Ce résultat est dû à la stabilité des hydrates

de l'acide sulfurique. Il n'en est pas de même pour les hydracides (¹), et, sous l'influence d'un abaissement de température, un nouvel équilibre tend à s'établir. S'il ne s'était pas formé d'éther ordinaire, la nouvelle limite, inférieure à la précédente, serait probablement la même que si l'éthérification s'était faite à la nouvelle température à laquelle on maintient le mélange par suite de la recombinaison partielle des éléments des hydrates dissociés des hydracides. Mais l'éther ordinaire s'est produit, lorsque la température était plus élevée, en proportion plus grande que celle qui correspondrait à la température actuelle. Il en est résulté la mise en liberté d'une plus grande quantité d'eau, et la proportion d'éther éthérifié tend à s'abaisser non seulement jusqu'à la limite correspondant à cette dernière température, mais jusqu'à une limite inférieure correspondant à un mélange initial plus hydraté, et l'on peut, par suite, observer des différences considérables entre les proportions éthérifiées dans deux mélanges de composition initiale identique, ayant tous deux atteint leur équilibre final à une même température, mais dont la température de l'un a été maintenue constante, et dont l'autre a été chauffé au delà de cette température.

» Une rétrogradation semblable peut naturellement se produire, et la limite d'éthérification peut varier légèrement sans que l'on ait eu recours à un échauffement artificiel et simplement par suite de variations successives de la température ambiante, variations dont il ne peut résulter qu'un abaissement définitif de la limite.

» Pour l'acide chlorhydrique, la lenteur de l'éthérification est telle que les solutions préparées il y a 25 ans paraissent encore fort loin d'avoir atteint la limite correspondant à la température ordinaire, et l'on observe encore un très grand écart entre les résultats donnés par l'éthérification directe et par la décomposition inverse de l'éther chlorhydrique.

» L'éther ordinaire ne se produisant, avec cet acide, qu'à des températures élevées, il est probable qu'on ne doit pas, à des températures inférieures, constater les derniers faits signalés pour les acides bromhydrique et iodhydrique. Dans un mélange ayant atteint son équilibre à une température déterminée et abandonné ensuite à une température inférieure, la proportion éthérifiée ne doit s'abaisser que jusqu'à la limite correspondant à cette dernière. Mais la lenteur de l'éthérification est trop grande pour que je puisse espérer pouvoir le vérifier et déterminer les limites d'éthérification à la température ordinaire.

» *Acide chlorhydrique et alcools divers.* — Les analyses récentes confirment les observations faites autrefois, relativement à la vitesse d'éthérification de ces alcools. L'alcool butylique s'éthérifie avec une lenteur exceptionnelle, et sa limite est probablement moins élevée à la température ordinaire comme à 100°. Pour les autres alcools monoatomiques, la vitesse décroît lorsque le poids moléculaire s'élève; cependant, à partir d'un certain moment, elle devient plus grande pour l'alcool amylique que pour l'alcool isopropylique.

» Au contraire, l'éthérification du glycol et de la glycérine est beaucoup plus rapide que celle de l'alcool éthylique, si l'on tient compte de la limite qui est moins élevée. Cette limite paraît actuellement atteinte, pour ces alcools, à la température ordinaire.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1452 et 1551.

Elle est moins élevée qu'à 100°, ainsi que cela a lieu avec l'alcool ordinaire et les acides bromohydrique et iodhydrique, mais elle est la même qu'à 44°, ce qui semble indiquer une différence dans le mode d'action des hydrates de l'acide chlorhydrique sur le glycol et la glycérine et sur l'alcool ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétylène bibromé : purification, cryoscopie, analyse.* Note de M. P. LEMOULT.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1333), nous avons décrit la préparation de l'acétylène bibromé et la caractérisation de ce corps par quelques-unes de ses propriétés. Nous sommes parvenu à l'obtenir pur et à vérifier sa pureté par la détermination du poids moléculaire et de sa teneur en brome.

» *Préparation.* — L'impossibilité de distiller le produit décrit antérieurement, en raison de son instabilité, nous a mis dans la nécessité de l'obtenir pur de premier jet; on constate facilement que l'éthylène tribromé $CHBr = CBr^2$ (matière première) est entraînable par la vapeur d'alcool et sa présence élève le poids moléculaire des échantillons bruts; on élimine ce corps par fractionnement au moment même de la préparation : l'appareil est un de ceux dont on se sert pour les fractionnements sous pression réduite, les flacons collecteurs étant, pour plus de commodité, remplacés par des ampoules à deux robinets, et le tout est rempli d'eau bouillie; le ballon dans lequel on a mis le mélange de $CHBr = CBr^2$ et de KOH alcoolique et le réfrigérant étant constamment parcourus par un courant d'azote (sans oxygène). Dès que les vapeurs commencent à passer, le thermomètre placé dans le col du ballon marque 76° et reste assez longtemps stationnaire entre 76° et 77°; la portion correspondante condensée se rassemble en lourdes gouttes, sans produire les stries légères dues à l'alcool; on recueille une seconde portion de 77° à 80°, puis une autre, au delà, formée d'un liquide qui ne s'enflamme pas spontanément à l'air, mais donne seulement d'abondantes fumées.

» La première portion, la plus importante, est constituée par $CBr \equiv CBr$ pur, comme nous allons le montrer, et l'on doit admettre que ce corps bout à 76°-77° sous la pression ordinaire.

» *Poids moléculaire.* — La valeur de cette donnée importante nous a paru le meilleur criterium de la pureté, car elle renseigne à la fois sur la présence de $CHBr = CBr^2$ et sur les polymérisations (que nous espérons déterminer ultérieurement) que la molécule paraît apte à subir, ces deux causes tendant à augmenter le poids moléculaire. L'acide acétique, auquel l'acétylène bibromé s'incorpore facilement, est très propre à la détermination; toutefois ce corps ne doit être séparé de l'eau qui le recouvre et le protège (sans s'y dissoudre) que dans un tube muni d'une longue pointe très capillaire.

» Voici le résultat obtenu :

$$P = 23,79, \qquad p = 1,2872, \qquad a = 1^\circ,15.$$

$$M = 3900 \frac{p}{a.P} = 183,3. \qquad \text{Théorie pour } CBr \equiv CBr : 184.$$

» Avant ce fractionnement, les résultats variaient entre 200 et 220.

» *Analyse : dosage du brome.* — Cette opération n'est pas possible sur le produit tel quel, la chaleur (dosage par la chaux) le décomposant violemment et le contact avec AzO^3H (procédé Carius) étant éminemment dangereux ; on fait alors une solution titrée du composé étudié dans l'acide acétique exempt de composés halogénés (2^g,3405 dans 6^g,9720, soit 25,132 pour 100 du mélange) et la solution obtenue, très maniable, est traitée comme d'ordinaire ; encore faut-il, pour éviter les explosions et les projections, s'abstenir de chauffer directement l'ampoule, dont la température s'élève par rayonnement et dont le contenu distille lentement en cédant son brome à la chaux.

» 0^g,5760 de la solution précédente, prélevés à l'abri du contact de l'oxygène atmosphérique et contenant, par conséquent, 0,14476 du corps étudié, ont donné 0^g,2980 de AgBr, soit Br pour 100 : 87,57.

Théorie pour $CBr \equiv CBr$: 86,95.

» Nous avons donc obtenu, par action de la potasse alcoolique et fractionnement au moment de la préparation, l'acétylène bibromé pur, dont la complexité moléculaire et la teneur en Br correspondent à la formule $CBr \equiv CBr$ et dont nous nous proposons de continuer l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lactase.* Note de MM. Em. Bourquelot et H. Hérissey.

« Lorsque Emil Fischer a publié ses premières recherches sur les enzymes et fait connaître, en particulier, le dédoublement du sucre de lait par l'émulsine des amandes, l'un de nous a émis l'opinion que ce dédoublement ne devait pas être rapporté à l'émulsine proprement dite (ferment hydrolysant des glucosides), mais à un enzyme spécial, la lactase, accompagnant l'émulsine en question dans le produit employé par le chimiste allemand. Il s'appuyait sur ce fait que, avec une émulsine conservée depuis longtemps dans son laboratoire, il n'avait pu réussir à hydrolyser le sucre de lait, alors que cependant cette émulsine dédoublait encore les gluco-

sides naturels sur lesquels l'action hydrolysante du ferment des amandes douces avait été signalée jusqu'à cette époque ([1]).

» Dès 1895, c'est-à-dire une année après la publication d'Emil Fischer, nous avons fait deux observations venant à l'appui de cettte manière de voir. La première est relative à la solution obtenue en faisant séjourner de l'eau distillée sous une culture d'*Aspergillus niger* développée sur liquide de Raulin, solution qui, tout en dédoublant tous les glucosides naturels dédoublés par le produit des amandes, est sans action sur le sucre de lait ([2]).

» La seconde concerne le suc d'un grand Champignon basidiomycète, le *Polyporus sulfureus* Fr., qui se conduit exactement comme le liquide d'*Aspergillus* ([3]). La conclusion la plus satisfaisante était que l'émulsine, telle qu'on la prépare avec les amandes douces, est un produit complexe ([4]) qui renferme de la lactase, cette dernière n'existant ni dans le liquide d'*Aspergillus*, ni dans le suc de *Polyporus sulfureus*.

» L'émulsine, en tant que ferment dédoublant des glucosides lévogyres, étant, comme l'on sait, un ferment très répandu dans le règne végétal ([5]), les faits que nous venons de rappeler conduisaient à rechercher, au moins pour un certain nombre de cas, si cette émulsine est accompagnée de lactase. Il y avait en outre à se demander si, d'autre part, la lactase peut exister sans émulsine.

» Nos recherches sur le premier point ont porté sur les semences de quatre Rosacées, amandes amères, amandes de Pêcher, amandes d'Abricotier, semences de Pommier, et sur les feuilles du Laurier-cerise; tous ces organes sont bien connus comme renfermant de l'émulsine.

» Tous ces organes, les amandes après avoir été mondées de leur tégument, et les feuilles après avoir été lavées et essuyées, ont été triturés finement, puis mis à macérer dans de l'eau chargée de toluène, pendant un temps qui, suivant les cas, a varié de 12 à 24 heures ($t = 15^\circ$-17°).

» Les macérés ayant été filtrés, on les a fait agir sur le lactose, comme l'indiquent

---

([1]) Em. Bourquelot, *Travaux de M. Emil Fischer sur les ferments solubles* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, 1895, p. 327 et 375).

([2]) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur les propriétés de l'émulsine des Champignons* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. II, 1895, p. 435).

([3]) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Les ferments solubles du* Polyporus sulfureus *Fr.* (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XI, 1895, p. 235).

([4]) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 1903, p. 219.

([5]) H. Hérissey, *Recherches sur l'émulsine* [*Thèse doct. Univ.* (*Pharm.*), Paris, 1899].

suffisamment les Tableaux et les détails suivants, qui se rapportent aux amandes de pêches :

1.	Macéré cru	50^{cm^3}
	Lactose	5^g
	Toluène.............	$0^{cm^3},5$
2.	Macéré porté à 100°...	50^{cm^3}
	Lactose	5^g
	Toluène.............	$0^{cm^3},5$
3.	Macéré cru	50^{cm^3}
	Eau.................	quantité suffisante pour atteindre les volumes précédents
	Toluène.............	$0^{cm^3},5$
4.	Macéré porté à 100°...	50^{cm^3}
	Eau.................	quantité suffisante pour atteindre les volumes précédents
	Toluène.............	$0^{cm^3},5$

» Tous ces mélanges ont été maintenus à l'étuve à 35°-40° pendant 3 jours; puis on a procédé à l'essai de chacun d'eux, afin de rechercher s'il y avait eu hydrolyse du lactose dans le n° 1. Pour cela, on a eu recours à deux procédés : le procédé de Fischer et le procédé au polarimètre. Le premier repose sur les propriétés que possèdent les produits d'hydrolyse du lactose, glucose et galactose, de donner avec l'acétate de phénylhydrazine des osazones insolubles dans l'eau bouillante, tandis que la lactosazone est soluble. Le second repose sur ce fait, que le mélange de ces mêmes produits d'hydrolyse possède un pouvoir rotatoire plus élevé que le lactose qui lui a donné naissance, en sorte que, si le lactose d'une solution est dédoublé par un ferment soluble, la rotation droite de cette solution doit augmenter.

» Ces deux procédés ont donné, pour les quatre semences, des résultats positifs et concordants.

» Avec les amandes de Pêcher en particulier, la rotation primitive de la solution n° 1 a augmenté de 1°8′ ($l = 0^m,2$), et il s'est formé une quantité de glucose et de galactose qui a fourni $2^g,14$ d'osazones insolubles dans l'eau bouillante.

» Quant au macéré de feuilles de laurier-cerise, alors même qu'on avait pris soin de broyer ces dernières avec du sable, il est demeuré inactif sur le lactose. Un essai particulier avait d'ailleurs montré que ce même macéré dédoublait, assez faiblement cependant, l'amygdaline. On se trouve donc ici en présence d'un cas semblable à celui du liquide d'*Aspergillus* ou du suc de *Polyporus sulfureus*.

» On sait, d'autre part, depuis longtemps, que les grains de képhir contiennent un ferment capable de dédoubler le lactose. Nous avons contrôlé le fait et, à cette occasion, nous avons essayé sur l'amygdaline ce même produit, qui n'a provoqué aucun dédoublement du glucoside.

» En résumé, on peut rencontrer la lactase accompagnant l'émulsine (amandes diverses de Rosacées, etc.), l'émulsine sans lactase (*Aspergillus niger, Polyporus sulfureus,* feuilles de Laurier-cerise), et enfin la lactase sans

émulsine (képhir) : tous ces faits sont d'accord avec l'hypothèse de l'individualité des deux ferments. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sodium sur le tétrachlorure du carbone et la benzine chlorée; formation du triphénylméthane et d'hexaphényléthane.* Note de M. **Jules Schmidlin**. (Extrait.)

« Quoique le tétraphénylméthane soit un hydrocarbure d'une structure très simple et d'une grande stabilité d'après ses propriétés chimiques et thermochimiques, il ne s'obtient pas par une des méthodes simples usitées pour la synthèse des hydrocarbures : c'est ce qui résulte de nombreuses expériences. L'action du chlorure d'aluminium sur la benzine et le tétrachlorure du carbone ne forme que du triphénylméthane. Le tétrachlorure de carbone et la benzine chlorée, traités par le sodium, m'ont fourni du diphényle, et un mélange d'hydrocarbures, parmi lesquels j'ai isolé et identifié le triphénylméthane et, en petites quantités, l'hexaphényléthane.

» J'ai étudié surtout l'action du sodium sur la benzine chlorée et le tétrachlorure du carbone étendu avec beaucoup de benzine, à température ordinaire. Elle est lente d'abord, mais, après une journée, le liquide entre en ébullition et la réaction devient tumultueuse. Le liquide brun, filtré et concentré, est soumis à la distillation dans une cornue. Entre 150° et 270° on récolte du diphényle presque pur; à partir de 270° on obtient des liquides qui déposent après quelque temps des cristaux de triphénylméthane et d'hexaphényléthane. La séparation se fait par l'acide acétique, l'hexaphényléthane reste insoluble sous forme d'une poudre blanche. La dissolution dépose des cristaux, on les distille entre 350° et 355° et recristallise dans l'alcool; ils fondent à 92°,5. Pour identifier complètement cette substance avec le triphénylméthane, je l'ai transformé en pararosaniline selon la méthode de Fischer. Quant à la poudre blanche recristallisée dans la benzine elle se présente sous forme de petits cristaux incolores brillants, qui fondent à 227°. C'est le point de fusion de l'hexaphényléthane. L'analyse a confirmé ce résultat ainsi que la cryoscopie, et l'oxydation au moyen du bichromate de soude et l'acide acétique.

» On peut se rendre compte de ces résultats en admettant que l'action du sodium sur la benzine chlorée et le tétrachlorure du carbone fournit d'abord du chlorure du triphénylméthane. Pendant la distillation qui forme le triphénylméthane, on remarque un dégagement du gaz chlorhydrique.

» Triphénylméthane :

$$3C^6H^5Cl + CCl^4 + 6Na = (C^6H^5)^3CCl + 6NaCl,$$
$$(C^6H^5)^3CCl + H^2 = (C^6H^5)^3CH + HCl.$$

» L'hexaphényléthane :

$$2(C^6H^5)^3CCl + 2Na = (C^6H^5)^3C - C(C^6H^5)^3 + 2NaCl.$$

» Le fait que l'on n'obtient pas du tétraphénylméthane ne semble pas provenir d'une destruction du produit préalablement formé ; mais il s'explique plutôt, parce que l'action du sodium s'arrête au chlorure du triphénylméthane et que son action ultérieure se borne à lier les molécules identiques et à former, d'une part, avec la benzine chlorée, du diphényle et, d'autre part, de l'hexaphénylméthane avec le chlorure du triphénylméthane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des alcools primaires au moyen des acides correspondants.* Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons généralisé le procédé de réduction décrit dans notre récente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1676). Il s'applique aussi bien aux acides du poids moléculaire le plus faible qu'à ceux qui sont les plus avancés dans la série; mais, dans ces cas comme dans l'autre, nous avons rencontré des difficultés expérimentales assez sérieuses.

» Nous avons tenu à démontrer la transformation en alcool ordinaire des éthers-sels de l'acide acétique; il fallait pour cela opérer dans un milieu tout à fait exempt de cet alcool. Nous avons réduit l'acétate d'amyle au moyen de sodium et de l'alcool amylique. Nous avons pu recueillir et caractériser une petite quantité d'alcool éthylique.

» L'acide butyrique a été réduit, à l'état de butyrate de méthyle, au moyen de sodium et d'alcool absolu. L'alcool butylique formé est entraîné par la vapeur d'eau aussi rapidement que l'alcool ordinaire. On continue la distillation tant que le liquide donne deux couches par addition de carbonate de potassium solide.

» On traite ensuite tout le liquide distillé par ce sel en excès, on décante la couche supérieure, mélange des deux alcools, et on l'abandonne avec une nouvelle quantité de carbonate, puis on distille à la colonne le liquide ainsi desséché.

» 100g de butyrate de méthyle ont fourni 30g d'alcool butylique primaire normal et 25g d'acide butyrique ont été extraits de la liqueur aqueuse sodique. L'alcool ordinaire entraîne avec lui une notable quantité d'alcool butylique qui lui communique son odeur et qu'on ne peut séparer que par des fractionnements rigoureux.

» Le butanol 1 bout, comme l'indiquent les auteurs, à 116°; pour le caractériser au moyen d'un dérivé cristallisé, nous avons préparé sa *phényluréthane* par combinaison avec le carbanile. Cette combinaison forme de magnifiques aiguilles incolores, fondant

à 57°, très solubles dans tous les dissolvants organiques, sauf l'éther de pétrole, qui ne les dissout abondamment qu'à chaud.

» La réduction de caprate (décanoate) de méthyle se fait sans aucune difficulté et avec un rendement qui atteint 70 pour 100; de plus, tout l'acide qui n'a pas été réduit est retrouvé; il ne se fait en effet dans cette réaction, ni dans les suivantes, aucun produit de polymérisation.

» Le décanol-1 avait déjà été obtenu par Krafft à l'aide de l'aldéhyde; nous lui avons trouvé des propriétés décrites par cet auteur. Il bout à 120° sous 12^{mm}.

» La réduction du myristate de méthyle est des plus aisées, mais la séparation de l'alcool qui prend naissance, d'avec le savon qui l'accompagne, est des plus délicates. Quand on a chassé l'éthanol par le courant de vapeur d'eau, il se forme à la surface de la solution alcaline une huile qui, par refroidissement, se concrète en une croûte solide, aisée à séparer de la lessive alcaline. Elle est formée d'un mélange de tétradécanol et de myristate de sodium.

» On ne peut en extraire complètement l'alcool que par la distillation dans la vapeur d'eau surchauffée.

» L'épuisement à l'éther de la croûte concassée en petits morceaux permet de retirer la majeure partie de l'alcool. Le résidu de la distillation de l'éther est ensuite rectifié dans le vide.

» On ne peut songer à se débarrasser du savon par un épuisement à l'eau, car il y est trop peu soluble; de plus, l'agitation à l'éther de ces solutions savonneuses donne des émulsions d'une stabilité désespérante.

» Le tétradécanol-1 fond à 38° et bout à 160° sous 10^{mm}; il est identique au produit décrit par Krafft.

» *Acides aromatiques.* — Nous avons constaté avec étonnement que notre méthode appliquée au benzoate d'éthyle ne donne aucun résultat.

» Il se forme, au contact du benzoate d'éthyle et de l'éthylate de sodium, un composé solide grâce auquel le premier échappe à la réduction. Nous nous proposons de vérifier si cette propriété négative est le fait de tous les acides à carboxyle directement lié au noyau aromatique.

» Les autres acides aromatiques, à carboxyle non immédiatement lié au noyau, semblent en effet se comporter comme les acides gras.

» Le phénylacétate d'éthyle se réduit en donnant l'alcool phényléthylique primaire, que nous avons caractérisé par sa phényluréthane fondant à 80°. Le groupement carboxéthyle a été réduit, mais le noyau aromatique est resté intact.

» Il était intéressant de vérifier si le noyau hexahydroaromatique s'opposerait aussi à la réduction des acides du type hexahydrobenzoïque. Nous avons pu nous procurer ce dernier acide grâce à l'obligeance de M. Brunel, préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers, qui a bien voulu nous abandonner une certaine quantité d'hexahydrobenzène monochloré. Nous avons aisément transformé ce dernier en acide par la méthode de Grignard, puis l'acide en éther éthylique que nous avons réduit.

» La réduction s'opère avec un rendement excellent et sans la moindre difficulté. L'alcool hexahydrobenzylique constitue une huile assez peu mobile, à odeur mixte d'alcool amylique et de menthe; il bout à 82° sous 11^{mm}.

» Nous l'avons caractérisé au moyen de sa phényluréthane qui forme de beaux

cristaux aiguillés blancs, fondant à 82°, très solubles dans tous les dissolvants organiques, sauf l'éther de pétrole qui les dissout peu à froid.

» Les éthers de l'acide benzoïque et de ses homologues à carboxyle fixé au noyau sont jusqu'ici les seuls que notre méthode n'ait pas permis de réduire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxyde d'éthylène du β-cyclohexanediol-1.2 et dérivés.* Note de M. Léon Brunel, présentée par M. A. Haller.

« J'ai signalé antérieurement [1] la formation transitoire de l'éther oxyde interne du β-orthocyclohexanediol dans la préparation de ce glycol. Dans la présente Communication, j'ai poursuivi l'étude de cet éther oxyde et de quelques composés qui en dérivent.

» *Réactions génératrices.* — L'oxyde d'éthylène hydroaromatique se forme dans des conditions diverses en partant de la monoiodhydrine $OH - C^6H^{10} - I$.

» L'action de la potasse ou de l'oxyde d'argent sur la solution éthérée de monoiodhydrine fournit l'oxyde hydroaromatique avec un rendement de 75 à 80 pour 100. La quantité théorique de potasse en solution alcoolique donne le même éther. La potasse en solution aqueuse agit à chaud en produisant l'oxyde interne, mais en moindre quantité que précédemment, le produit s'hydratant rapidement dès 80°. Sous l'action du chlorure de calcium fondu, l'iodhydrine en solution éthérée est rapidement transformée en éther oxyde interne, ce qui explique la restriction apportée dans une précédente Note [2], à propos de la dessiccation au chlorure de calcium de la solution éthérée de monoiodhydrine; l'action est due vraisemblablement à l'oxychlorure de calcium que renferme le chlorure fondu; toutefois la chaux n'agit pas dans ces conditions.

» *Préparation.* — La première réaction donnant les meilleurs rendements doit être employée. On dissout dans 300$^{cm^3}$ d'éther sec 100^g d'iodhydrine $OH - C^6H^{10} - I$, puis on ajoute au liquide refroidi et agité, le double environ de la quantité théorique de potasse récemment fondue et finement pulvérisée; la réaction s'opère au début avec dégagement de chaleur. Après 48 heures, pendant lesquelles le mélange a été fréquemment agité, on isole la liqueur éthérée et l'on épuise le résidu à l'éther. Les solutions éthérées réunies sont distillées. A 83°-85° passe une petite quantité de cyclohexène. Entre 125° et 140° on recueille un liquide qu'on soumet à la distillation fractionnée. La portion bouillant à 131°-132° est l'oxyde d'éthylène hydroaromatique pur.

» *Propriétés.* — L'éther oxyde interne du β-cyclohexanediol-1.2 est un liquide incolore, très mobile, de densité 0,975 à 15°, bouillant à 131°,5 sous 760^{mm}, ne cristallisant pas à —10°. Il possède une odeur forte, une saveur brûlante. Ce corps est insoluble

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 384.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1055.

dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone, l'acide acétique. L'analyse et la détermination de sa densité de vapeur lui assignent la formule $C^6H^{10}=O$. Il est à remarquer que, suivant la règle générale, il bout notablement plus bas que son isomère, la cyclohexanone. Ses réactions sont très voisines de celles de l'oxyde d'éthylène de Wurtz.

» *Action de l'hydrogène.* — L'action de l'amalgame de sodium à froid sur la solution hydroalcoolique d'oxyde d'éthylène du β-glycol, celle du sodium sur la solution alcoolique bouillante du même éther ne m'ont fourni aucun résultat satisfaisant. Au contraire, en employant la méthode d'hydrogénation si féconde de MM. Sabatier et Senderens, c'est-à-dire en faisant passer l'oxyde d'éthylène hydroaromatique entraîné par un excès d'hydrogène sur du nickel réduit chauffé à 170°-180°, j'ai obtenu par fixation de H^2 le cyclohexanol avec un rendement très voisin de la théorie

$$C^6H^{10}=O+H^2=C^6H^{11}-OH.$$

» Cette réaction, à la méthode d'hydrogénation près, est calquée sur celle de Wurtz qui par hydrogénation de l'oxyde d'éthylène obtint l'alcool éthylique. Il est probable que le procédé est susceptible d'être appliqué aux oxydes d'éthylène en général.

» L'alcool ainsi préparé présente une odeur amylique, bout à 161°, après dessiccation sur la baryte caustique, et cristallise en une masse fusible à 16°-17°. Ces propriétés physiques concordent exactement avec celles attribuées par M. Baeyer et par M. Markownikoff au cyclohexanol $C^6H^{11}-OH$.

» *Action de l'eau.* — L'action de l'eau sur l'éther oxyde hydrobenzénique m'a fourni le β-orthocyclohexanediol précédemment décrit,

$$\underset{\diagdown\!\!\!\diagup \atop O}{C^6H^{10}}+H^2O=C^6H^{11}OH.$$

» L'hydratation commence vers 80°. A 110°-115° elle est très rapide. La facilité avec laquelle elle s'effectue justifie la formule donnée plus haut à l'éther oxyde. Elle est en effet caractéristique d'un orthodérivé.

» J'ai cherché si, en variant les proportions relatives d'eau et d'éther oxyde, il ne se formerait pas de corps analogues à ceux obtenus par Wurtz, résultant de l'union, avec fixation d'eau, de deux ou plusieurs molécules; si, par exemple, on n'obtiendrait pas un composé $OH-C^6H^{10}-O-C^6H^{10}-OH$. Le résultat a été négatif. Le β-cyclohexanediol s'est formé seul avec rendement théorique.

» *Action du bisulfite de sodium.* — Lorsqu'on met en contact à froid une solution de bisulfite de sodium et l'oxyde d'éthylène du β-cyclohexanediol, et qu'on agite vivement, le mélange ne tarde pas à se garnir de petites écailles brillantes; il s'est formé un orthocyclohexanolsulfonate de sodium :

$$\underset{\diagdown\!\!\!\diagup \atop O}{C^6H^{10}}+SO^3NaH=OH-C^6H^{10}-SO^3Na.$$

» Comme il n'y a pas de dégagement de chaleur sensible, la réaction est lente et encore incomplète après plusieurs jours. Elle est très rapide à chaud. Pour préparer

le sulfonate, on place dans les tubes 5g d'éther interne hydroaromatique, et une solution aqueuse de bisulfite de sodium renfermant environ 7g de sel, bien exempte d'anhydride sulfureux. Les tubes scellés à la lampe sont chauffés 2 heures à 110°-115°. Le sulfonate peu soluble se dépose par refroidissement. On l'essore et on le fait recristalliser dans l'eau.

» Le cyclohexanolsulfonate de sodium-1.2 ainsi obtenu $OH - C^6H^{10} - SO^3Na + H^2O$ se présente sous forme de paillettes brillantes, incolores, inodores, peu solubles dans l'eau, à peu près insolubles dans l'alcool. Il cristallise avec une molécule d'eau qu'il perd à 100°. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la teneur des vins mistelles et des autres vins, en acides solubles dans l'éther, comme moyen de différenciation.* Note de M. **Ch. Blarez.**

« La question de la différenciation des mistelles ou moûts de raisins non fermentés, et additionnés d'alcool, d'avec les vins liqueurs proprement dits, n'est pas encore *pratiquement* résolue.

» MM. Armand Gautier et G. Halphen viennent de proposer d'appliquer dans ce but les résultats d'expériences qu'ils ont faites, relativement aux variations des composés azotés, aux variations de l'acidité volatile et totale, à la nature des sucres et aux variations dans la teneur en glycérine, variations qui sont corrélatives de la fermentation des jus sucrés.

» J'ai déjà, en 1902, indiqué qu'on pouvait mettre à profit les résultats de l'analyse des matières sucrées, et celle des eaux-de-vie que l'on peut retirer par distillation de ces produits; mais cela est insuffisant dans bien des cas.

» Le but du travail dont je donne ici les résultats est d'appeler l'attention des chimistes sur les déductions que l'on peut tirer de la détermination, au cours de l'analyse des liquides dont il s'agit, des acides solubles dans l'éther. Ces acides sont l'acide malique, qui se trouve en très petite quantité dans les raisius, généralement très mûrs, avec lesquels on fait les mistelles, et l'acide succinique qui se forme pendant la fermentation alcoolique du moût. Donc, un moût de raisins étant donné, qu'il soit alcoolisé par addition d'alcool, ou qu'il ne le soit pas, si l'on dose les acides solubles dans l'éther qu'il renferme, on n'a guère que l'acide malique. Si ce moût a subi une fermentation plus ou moins avancée, on a, en plus de l'acide malique préexistant, de l'acide succinique engendré pendant la fermentation, plus quelques autres acides partiellement solubles dans l'éther.

» Il résulte de là un mode analytique que l'on peut mettre à profit pour aider à différencier les moûts non fermentés de ceux ayant subi une fermentation.

» Les résultats d'expériences que je vais relater dans le Tableau ci-dessous montrent que cette détermination de l'acidité soluble dans l'éther peut entrer très utilement dans l'analyse des vins mistelles ou des vins liqueurs.

» J'ai opéré chaque fois sur 25^{cm^3} de vin, réduits à 10^{cm^3} par évaporation au bain-marie. J'ai épuisé par cinq traitements successifs au moyen de 25^{cm^3} d'éther pur chaque fois. Tout l'éther réuni a été évaporé; le résidu, dissous dans un peu d'eau distillée, a été titré avec de la soude décinormale en présence de phénolpntaléine.

» Les résultats sont rapportés au litre et exprimés en acide sulfurique monohydraté.

Désignation des vins.	Teneur en acides solubles dans l'éther.
Mistelle de l'année 1900	$0^g,264$
Mistelle de l'année 1901	0,333
Mistelle de l'année 1902	0,215
Vin blanc d'Algérie sec 1902	0,9996
Vin blanc de la Gironde 1900	0,882
Vin blanc de la Gironde 1902	1,100
Vin de Xérès très vieux	0,820
Vin d'Alicante très doux	0,920

» Comme on le voit, les différences sont très importantes, les mistelles ne renfermant qu'environ le tiers de la quantité d'acides solubles dans l'éther, que nous avons dosés dans les autres vins. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique; chaleur de formation de ses combinaisons avec l'éther et l'acétone.* Note de MM. **Chrétien** et **Guinchant**, présentée par M. A. Ditte.

« Nous avons montré, dans une Note précédente, que l'acide ferrocyanhydrique sec absorbe les vapeurs de différents composés organiques : l'éther, l'acétone, l'oxyde d'éthylène, l'épichlorhydrine, l'alcool allylique.

» Pensant étudier les courbes de dissociation des deux premiers composés, nous avons déterminé leur chaleur de formation afin de pouvoir contrôler les mesures de tension de vapeur par la formule de Van't Hoff $\frac{d. \operatorname{Log} p}{dt} = \frac{q}{2 T^2}$. Comme nous l'avons signalé, la dissociation ne se produit

pas en l'absence de vapeur d'eau aux températures inférieures à celles où commence la décomposition de l'acide ferrocyanhydrique.

» Nous avons déterminé la chaleur de formation des combinaisons de l'acide ferrocyanhydrique avec l'éther et avec l'acétone en les décomposant dans un calorimètre par la potasse diluée ($v = 10$).

» *Acide ferrocyanhydrique.* — Le calcul fait intervenir la chaleur de neutralisation de l'acide pour laquelle on trouve des valeurs discordantes.

» M. Joannis (¹) donne

Acide dissous + 4 KOH dissous......... $= 54^{Cal},4$
Acide soluble + eau.................... $= 0^{Cal},4$

on en déduit

Acide soluble + 4 KOH dissous......... $= 54^{Cal},8$.

M. J.-A. Muller (²) donne

Acide dissous + 4 KOH dissous......... $= 56^{Cal},2$

» Nous avons repris ces déterminations avec de l'acide cristallisé dans l'alcool, l'analyse et le dosage volumétrique en avaient démontré la pureté. Nous dissolvions 2^g à 3^g d'acide pulvérisé et sec dans 600^{cm^3} de potasse ($v = 10$), la chaleur de dilution de la potasse restante est nulle à cette concentration. Trois mesures nous ont donné les nombres suivants rapportés à 1^{mol} d'acide.

$57^{Cal},9$ $58^{Cal},2$ $57^{Cal},6$.

» Nous admettrons pour la chaleur de neutralisation de 1^{mol} d'acide ferrocyanhydrique par 4^{mol} de potasse la valeur moyenne $57^{Cal},9$ à 12°.

» Les autres nombres nécessaires au calcul des différents cycles ont été pris dans l'ouvrage de M. Berthelot.

» *Combinaison de l'acide ferrocyanhydrique avec l'éther.* — En désignant par n le nombre de molécules d'éther fixées sur une molécule d'acine, nous déterminions la chaleur de combinaison au moyen des deux cycles suivants :

Éther liq. = éther vap ... $-6^{Cal},7 \times n$	Éther liq. + eau = éther diss. $+5^{Cal},9 \times n$.
Ac. sol. + éther vap. = Combinaison X.	Ac. sol. + 4 KOH = $FeCy^6K^4$ diss. $+57^{Cal},9$
Comb. + 4 KOH	d'où
= $FeCy^6K^4$ diss.... + Eth. diss. φ,	$X = -\varphi + 57,9$............ $+ 12,6 \times n$

» En désignant par φ la chaleur de décomposition par la potasse rapportée au poids

(¹) BERTHELOT, *Thermochimie : Données numériques.*
(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XX, 1900, p. 384.

de combinaison qui renferme 1^{mol} d'acide, par x la chaleur de combinaison rapportée à 1^{mol} d'éther $x = \frac{X}{n}$, nous avons trouvé

$n = 1,957$	$\varphi = 61,2$	$X = 21,3$	$x = 10,9$
2,056	59,0	22,8	11,0
1,028	59,6	11,2	10,9
2,537	62,5	27,3	10,8
2,376	60,9	26,7	11,1

» Ainsi, *la combinaison d'une molécule d'acide ferrocyanhydrique solide avec l'éther en vapeur dégage* 11^{Cal} *par molécule d'éther fixée.*

» La chaleur de combinaison à partir de l'éther liquide dégagerait seulement $11 - 6,7 = 4^{Cal},3$. M. Browning [1] signale qu'en mettant de l'acide solide dans l'éther liquide le dégagement de chaleur est suffisant pour porter l'éther à l'ébullition. En versant quelques gouttes d'éther *ordinaire* sur l'acide pulvérisé la réaction est, en effet, assez rapide pour élever notablement la température, mais l'éther rectifié sur le sodium ne donne ni foisonnement ni dégagement de chaleur.

» La combinaison de l'acide dissous avec l'éther liquide dégagera $4,3 - 0,4 = 3^{Cal},9$. Lorsqu'on abandonne pendant 24 heures une dissolution aqueuse d'acide ferrocyanhydrique à la surface de laquelle on a versé une couche d'éther pur, il se forme lentement, à la surface de séparation, de beaux cristaux incolores en octaèdres cubiques. Ces cristaux, qui peuvent atteindre 2^{mm} à 3^{mm}, s'effleurissent très rapidement à l'air en perdant leur éther.

» *Combinaison de l'acide ferrocyanhydrique avec l'acétone.* — Nous avons adopté de même les données numériques indiquées dans les cycles suivants :

Acétone liq. = acétone vap.	$-7^{Cal},5 \times n$
Acide sol. + acétone vap. = combinaison	X
Comb. + 4KOH = $FeCy^6K^4$ dis. + acétone dis.	$+\varphi$
Acétone liq. + eau = acétone dis.	$+2,5 \times n$
Acide sol. + 4KOH = $FeCy^6K^4$ dis.	$+57,9$

d'où

$$X = -\varphi + 57,9 + 10 \times n.$$

» Les mesures calorimétriques ont donné les nombres suivants :

$n = 1,474$	$\varphi = 57,99$	$X = 14,4$	$x = 9,7$
1,105	58,5	10,4	9,5
0,870	58,1	8,5	9,8

» *La combinaison de l'acide ferrocyanhydrique solide avec l'acétone en vapeur dégage* $9^{Cal},7$ *par molécule d'acétone.*

» Ces chaleurs de combinaison sont voisines des chaleurs dégagées

---

[1] *Trans. Chem. Soc.*, t. LXXVII, 1900, p. 1233. *Berichte*, t. XXXV, 1902, p. 93.

dans la combinaison de l'ammoniaque avec les chlorures métalliques : les tensions de dissociation devraient être du même ordre pour les deux genres de composés, d'après la remarque empirique de M. de Forcrand (1). Par exemple, $CaCl^2 + 8 AzH^3$ dégage 11^{Cal} par molécule d'ammoniaque et sa tension de dissociation est de 231^{mm} à $10°,4$. Nous ne nous sommes donc nullement trouvés en présence d'une tension de dissociation très faible ayant pu échapper aux mesures entre 10° et 50°. L'absence de tension d'éther est due seulement à l'absence d'agent catalysateur; M. Baker (2) a signalé un cas analogue pour la dissociation du chlorhydrate d'ammoniaque, qui peut être distillé sans décomposition s'il est parfaitement sec. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les acides gras de la lécithine de l'œuf.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. H. Moissan.

« La composition des acides gras qui entrent dans la constitution de la lécithine de l'œuf a déjà été l'objet d'un certain nombre de travaux et l'on admet généralement que ces acides gras sont un mélange des acides oléique, stéarique et palmitique. On sait peu de chose sur les proportions relatives de ces différents corps dans le mélange, et je me suis proposé de déterminer approximativement ces proportions; dans le cours de ces recherches, j'ai pu caractériser, en plus des acides déjà connus, l'acide linoléique dont la présence n'avait pas été signalée jusqu'ici. J'ai étudié dans ce but un certain nombre d'échantillons de lécithines; dans tous les cas, les résultats ont été à peu près les mêmes.

» Pour isoler les acides, une certaine quantité de lécithine est saponifiée au bain-marie par la potasse alcoolique, et les acides gras sont séparés par l'acide chlorhydrique.

» En admettant, comme on l'a fait jusqu'ici, que le mélange est constitué d'une part par l'acide oléique $C^{18}H^{34}O^2$, acide non saturé, d'autre part par l'acide stéarique $C^{18}H^{36}O^2$ et l'acide palmitique $C^{16}H^{32}O^2$, qui sont tous deux saturés, on pourra employer les méthodes suivantes, qui permettent de déterminer la proportion de chaque catégorie d'acides :

» 1° Transformer les acides gras en sels de plomb et traiter ceux-ci soit par l'éther, soit par la benzine qui, tous deux, ne dissolvent que l'oléate de plomb; on régénère

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVIII, 1903, p. 384 et t. XXIX, p. 5.

(2) *Chem. Soc.*, 1894, p. 612. *Bull. Soc. chim. de Paris,* t. XIV, 1896, p. 6.

par l'acide chlorhydrique les acides de chaque partie, ce qui permet de déterminer, d'une part la quantité d'acide oléique, d'autre part le poids des acides saturés.

» On peut plus simplement déterminer l'indice d'iode de l'acide total. Étant donné qu'il n'y a comme acide incomplet que l'acide oléique qui possède un indice d'iode égal à 90, on pourra très simplement calculer la proportion de chaque catégorie d'acides.

» Or en employant sur un même acide total les deux méthodes indiquées ci-dessus, j'ai constaté que les chiffres obtenus étaient très différents. Tandis que le procédé d'extraction par les sels de plomb me donnait des proportions de 32 à 38 pour 100 d'acide oléique, j'ai obtenu des indices variant de 51 à 73, ce qui donne une proportion de 56 à 80 pour 100 d'acide oléique.

» Cette divergence s'explique facilement en admettant dans la lécithine la présence d'acides moins saturés que l'acide oléique et possédant par cela même un indice d'iode plus élevé. J'ai donc cherché à isoler ces acides, et pour cela j'ai employé une méthode indiquée par Farnsteiner. Cet auteur a reconnu que, quand on traitait à chaud par un mélange de 95^{vol} de benzine cristallisable et 5^{vol} d'alcool absolu, un mélange des sels de baryum des acides oléique, linoléique et linolénique, seuls les sels des acides linoléique et linolénique étaient solubles à froid, l'oléate de baryte se déposant en grande partie par le refroidissement : il en est de même du palmitate et du stéarate, qui sont insolubles dans le mélange benzine-alcool. En opérant sur 20^{g} des sels de baryum, épuisés en trois fois par 1^{l} de benzine-alcool, j'ai constaté qu'une proportion assez forte de sels de baryum restait en solution : les acides régénérés de leur solution constituent un liquide brun donnant avec les vapeurs nitreuses une masse molle et non un produit solide et possédant un indice d'iode variant, suivant les échantillons, de 130 à 150; il n'y a donc pas de doute sur la présence d'acides moins saturés que l'acide oléique.

» D'après ce qui précède, on peut, en partant de la lécithine de l'œuf, isoler des acides gras appartenant à trois catégories distinctes, et cela de la façon suivante :

» 1° Un certain poids d'acides est transformé en sel de baryum, puis le mélange est traité par la benzine mélangée d'alcool. En régénérant les acides de la solution benzénique des sels barytiques, on obtient la fraction n° 1;

» 2° On transforme en sels de plomb le résidu de l'opération précédente et les sels de plomb épuisés, soit par l'éther, soit par la benzine, donnent par un traitement de la solution éthérée ou benzénique la fraction n° 2;

» 3° Enfin du résidu de l'opération précédente on isolera les acides formant la fraction n° 3.

» Voyons quelle est la composition de chacune de ces portions.

» *Fraction n°* 1. — L'indice d'iode élevé de cette partie des acides gras indique qu'elle contient des acides moins saturés que l'acide oléique. Il résulte d'autre part de l'examen de l'indice d'iode que la fraction n° 1 n'est pas constituée par l'acide linoléique pur dont l'indice d'iode est 181, mais qu'elle est formée vraisemblablement par un mélange d'acide oléique et linoléique. Pour caractériser la présence de l'acide linoléique, j'ai utilisé la méthode d'oxydation par le permanganate de potasse en solution alcaline, méthode qui a été proposée par Hazura pour caractériser les acides non saturés dans un mélange. Hazura a montré en effet que dans l'oxydation des acides incomplets

par le permanganate en solution alcaline, il se formait des acides oxystéariques, acides alcools contenant autant de groupements oxhydryles OH qu'il y a de valences libres dans l'acide : l'acide oléique $C^{18}H^{34}O^2$ donne ainsi un acide dioxystéarique $C^{18}H^{34}(OH)^2O^2$, l'acide linoléique $C^{18}H^{32}O^2$ mène à un acide tétraoxystéarique $C^{18}H^{32}(OH)^4O^2$; on peut séparer les acides dioxy et tétraoxystéarique par des cristallisations répétées dans l'alcool. Par cette méthode j'ai pu, dans les produits d'oxydation, isoler l'acide dioxystéarique et des aiguilles blanches fondant à 171°-172°, point de fusion de l'acide tétraoxystéarique; des combustions de ce dernier corps ainsi que des dosages d'argent dans le sel d'argent montrent qu'il possède bien la formule $C^{18}H^{36}O^6$, formule de l'acide tétraoxystéarique. Cette portion des acides est donc formée par un mélange d'acide oléique et d'acide linoléique.

» II. Cette fraction est constituée par de l'acide oléique, ainsi que cela résulte de l'indice d'iode (84 à 88) et de l'examen des propriétés.

» III. Les acides de la fraction n° 3 se présentent sous forme d'une masse solide, blanche, fondant de 55°,8 à 56°, formée par un mélange d'acide stéarique et d'acide palmitique : j'ai trouvé des chiffres variant de 30 à 40 pour 100 d'acide stéarique et 70 à 60 pour 100 d'acide palmitique. Il n'existe pas vraisemblablement d'autres acides que les deux corps indiqués ci-dessus : c'est là du reste un point que je me propose de reprendre.

» En résumé, dans ce travail, j'ai démontré qu'il existe dans la lécithine de l'œuf, en outre des lécithines déjà déterminées (stéarique, oléique et palmitique), un produit du même ordre dérivé de l'acide linoléique. »

CHIMIE ANIMALE. — *Injection intraveineuse de glycérine : dosage de la glycérine dans le sang; élimination par l'urine.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Armand Gautier.

« La séparation de la glycérine à l'état de pureté, son dosage même en très petites quantités, par des méthodes que j'ai fait connaître antérieurement [1], m'ont permis d'aborder la question de savoir comment se comporte la glycérine introduite dans le torrent circulatoire dans les heures qui suivent l'injection et si cette injection est suivie d'une élimination par l'urine.

» *Injection dans le sang.* — *Dosages.* — Les expériences sont conduites de la façon suivante : les animaux, chiens ou lapins, reçoivent par la veine saphène (chien), par la veine jugulaire (lapin), 2g de glycérine pure en solution étendue à 20 pour 100, par

(1) Maurice Nicloux, *Méthode de dosage de la glycérine dans le sang* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 559).

kilog. de leur poids. L'injection est faite le plus rapidement possible. On fait ensuite des prises successives de sang à des intervalles de temps déterminés et l'on dose la glycérine.

» *Expérience I.* — Lapin du poids de $2^k,465$. Glycérine à 20 pour 100 injectée : $24^{cm^3},65$. Durée de l'injection : 30 secondes. On trouve, pour 100^{cm^3} de sang :

2 minutes après la fin de l'injection	....	$0^g,37$
4 minutes 30 secondes après la fin de l'injection	....	0,27
30 minutes	»	0,18

» *Expérience II.* — Lapin du poids de $2^k,445$. Glycérine à 20 pour 100 injectée : $24^{cm^3},45$. Durée de l'injection : 1 minute 40 secondes. On trouve, pour 100^{cm^3} de sang :

30 secondes après la fin de l'injection	....	$0^g,54$
5 minutes	»	0,33
40 »	»	0,15

» Les expériences sur le chien permettent un plus grand nombre de dosages.

» *Expérience III.* — Chien du poids de 7^{kg}. Glycérine à 20 pour 100 injectée : 70^{cm^3}. Durée de l'injection : 2 minutes 15 secondes. On trouve pour 100^{cm^3} de sang :

30 secondes après la fin de l'injection	....	$0^g,54$
5 minutes	»	0,37
30 minutes	»	0,21
1 heure 30 minutes	»	0,115
1 heure	»	0,01

» *Expérience IV.* — Chien du poids de $9^{kg},750$. Glycérine à 20 pour 100 injectée : $97^{cm^3},5$. Durée de l'injection : 5 minutes. On trouve pour 100^{cm^3} de sang :

1 minute après la fin de l'injection	....	$0^g,38$
30 minutes	»	0,15
2 heures	»	0,03
3 heures 30 minutes	»	0,008
7 heures 30 minutes	»	0,004

» *Élimination par l'urine.* — Pour résoudre cette question, il était nécessaire d'établir tout d'abord un procédé de dosage de la glycérine dans l'urine. Si l'on opère sur une quantité d'urine qui ne dépasse pas 5^{cm^3} (1) il suffit d'entraîner simplement la glycérine (2) dans l'appareil à entraînement tel que je l'ai décrit. Les résultats des

(1) L'urine normale chez le chien renferme une très petite quantité d'une substance susceptible d'être entraînée par la vapeur d'eau dans le vide et qui réduit le bichromate. En opérant sur 5^{cm^3}, comme il est indiqué, et *a fortiori* sur 2^{cm^3}, comme nous l'avons fait pour tous nos dosages, la proportion de cette substance est négligeable.

(2) Une petite quantité d'urée est entraînée en même temps; elle ne gêne pas le dosage.

expériences de contrôle justifient cette technique très simple. En possession de la méthode de dosage nous avons opéré ainsi : L'urine chez les animaux est recueillie par le sondage de la vessie à un moment déterminé. Le dosage de la glycérine se fait sur 2^{cm^3}.

» *Expérience V.* — Chien du poids de 14^k. Glycérine à 20 pour 100 injectée : 140^{cm^3}. Durée de l'injection 2 minutes 15 secondes.

Temps compté depuis la fin de l'injection.	Volume de l'urine recueillie.	Quantité de glycérine	
		pour 100^{cm^3} d'urine.	éliminée.
	cm³	g	g
de 0ʰ.0ᵐ à 0ʰ.15ᵐ	13	0,86	0,112
de 0.15 à 1.30	144	2,13	3,067
de 1.30 à 2.37	52	2,71	1,409
de 2.37 à 5.37	69	0,23	0,158

» Soit éliminés en 5 heures 37 minutes : $4^{gr},746$ de glycérine sur 28^{gr} injectés. Pour 100 : 17.

» *Expérience VI.* — Chien du poids de $9^{kg},750$, glycérine à 20 pour 100 injectée $97^{gr},5$; durée de l'injection 5 minutes.

Temps compté depuis la fin de l'injection.	Volume de l'urine recueillie.	Quantité de glycérine	
		pour 100^{cm^3} d'urine.	éliminée.
	cm³	g	g
de 0ʰ.0ᵐ à 0ʰ.30ᵐ	78	3,18	2,48
de 0.30 à 2	46	4,93	2,268
de 2 à 3.30	22	2,32	0,510
de 3.30 à 5.20	44	0,23	0,101
de 5.20 à 7.45	105	0,04	0,042

» Soit éliminés en 7 heures 45 minutes : $5^{gr},401$ de glycérine sur $19^{gr},50$ injectés. Pour 100 : 27,7.

» L'examen de ces Tableaux permet de tirer les conclusions suivantes :

» 1° La glycérine injectée dans le sang disparaît avec une très grande rapidité. A supposer qu'à l'origine la glycérine restât entièrement dans le torrent circulatoire pendant le temps très court que dure l'injection, sa proportion dans le sang serait approximativement 3 pour 100. Or 30 minutes après la fin de l'injection on trouve 0,5 pour 100; 5 minutes après, 0,3 à 0,4 pour 100; 2 heures après, 0,03 pour 100.

» 2° La glycérine est éliminée par l'urine en proportion notable, et cela en un temps relativement court.

» 3° Il se fait au niveau du rein une sélection de la glycérine d'une intensité très grande. Je n'en veux pour preuve que les chiffres tirés des expériences IV et VI dissociées pour la compréhension facile du texte,

mais qui ont été en réalité faites sur le même animal et le même jour. On voit, par exemple, alors que la teneur du sang en glycérine oscillait entre 0,38 et 0,15 pour 100 pendant les 30 premières minutes, que l'urine éliminée contenait 3,18 pour 100 de glycérine, soit environ 10 à 20 fois plus; alors que la teneur du sang oscillait entre 0,15 et 0,03 pour 100 correspondant à l'intervalle de temps compris entre 30 minutes et 2 heures, l'urine éliminée contenait 4,93 pour 100 de glycérine, soit 30 à 100 fois plus; pour l'intervalle de temps suivant la proportion est encore plus grande. C'est là un fait très remarquable qui constitue un parallèle intéressant entre la glycérine et un produit normal de l'organisme : l'urée. L'épithélium rénal fonctionne pour la glycérine introduite dans le sang comme il le fait pour l'urée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les hydrates de carbone de l'orge et leurs transformations au cours de la germination industrielle.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Schlœsing.

« I. *Mode opératoire.* — La plus grosse difficulté que l'on rencontre dans une étude d'ensemble sur les transformations que les hydrates de carbone de l'orge subissent au cours de la germination industrielle ([1]) vient de ce que l'orge et surtout le malt renferment des diastases, l'amylase et la sucrase, qui, au cours des épuisements par l'eau, modifient la nature de ces hydrates de carbone. L'épuisement à l'eau glacée évite ces inconvénients, mais présente des difficultés matérielles. L'alcool est d'un emploi dangereux; il s'hydrate en présence du malt, que l'on ne peut sécher sans en modifier la composition, et j'ai constaté que la sucrase invertit le saccharose, même en présence de l'alcool à 70° G. L.

» J'ai obtenu d'excellents résultats en épuisant l'orge, à la température ordinaire, par l'eau additionnée de sulfate de bioxyde de mercure. Celui-ci précipite les matières azotées et spécialement les diastases qu'il immobilise. La liqueur filtrée est sursaturée par la baryte, filtrée, puis saturée par l'acide sulfurique. On peut alors sans crainte concentrer les liquides pour pratiquer ensuite les précipitations fractionnées par l'alcool.

» Le précipité barytique est susceptible de renfermer la lévosine dont M. Tanret a constaté la présence dans l'orge verte; la teneur de celle-ci en lévosine diminue par la germination, jusqu'à ne plus représenter que 0,1 pour 100 de l'orge mûre. Je n'ai pas rencontré de lévosine dans le précipité barytique du malt *poussé* et, dans ces condi-

([1]) Je remercie M. Sachs, directeur de la distillerie Springer, à Maisons-Alfort, d'avoir bien voulu mettre à ma disposition des échantillons d'orge en cours de germination.

tions, j'ai cru devoir négliger de la rechercher dans les produits intermédiaires de la germination.

» II. *Étude des gommes.* — Quand on traite par des additions successives d'alcool une eau d'orge ou de malt ainsi préparée, on précipite d'abord des gommes, dont le pouvoir rotatoire est franchement gauche et s'élève jusqu'à $-137°,5$; puis des gommes dont le pouvoir rotatoire devient de plus en plus droit, pour atteindre le chiffre de $+78°$. Les gommes, dont le pouvoir rotatoire est intermédiaire, comme celle de M. Lintner ($-26°,8$), peuvent être, par l'alcool, dédoublées en gomme gauche et en gomme droite.

» Je n'ai pas rencontré de dextrine, contrairement à ce qu'a trouvé M. Jalowetz. D'ailleurs, les liquides ne donnent aucune coloration par l'iode, comme ils en donneraient s'il y avait eu saccharification diastasique à l'intérieur du grain.

» Ces considérations m'autorisent à admettre que l'orge et le malt ne renferment que deux gommes.

» La première semble identique à la β-amylane de M. O' Sullivan ($\alpha_D = -146°$). Elle ne possède aucun pouvoir réducteur. Les produits d'hydrolyse m'ont donné un mélange de sucres réducteurs, ($\alpha_D = +53°$ à $+59°$), qui représentent non pas du glucose, comme ce savant l'avait annoncé, mais un mélange de sucres en C^5, que j'étudie en ce moment.

» La gomme droite répond aux caractères de l'α-galactane que M. Müntz a extrait, sous le nom de *galactine*, des semences de luzerne ($\alpha_D = +84°,6$). Son pouvoir réducteur est compris entre 30 et 35. L'hydrolyse de cette gomme fournit du galactose et probablement aussi du lévulose.

» Elles ne sont ni saccharifiables par la diastase, ni fermentescibles par la levure.

» Dans les conditions ci-dessus indiquées, on peut, en présence d'une gomme précipitée par l'alcool, déduire de son pouvoir rotatoire sa composition élémentaire en galactane et amylane.

» J'ai appliqué cette méthode à l'étude de l'orge en germination, et j'ai précipité, par des quantités d'alcool identiques, des extraits d'orge, prélevés dans les différentes couches du germoir, préparés comme il a été dit précédemment, et amenés par l'évaporation dans le vide au même volume. J'ai pu constater que les deux gommes préexistent dans l'orge crue, que la galactane augmente progressivement par la germination, tandis que le poids d'amylane reste sensiblement stationnaire. L'orge crue renferme, par exemple, $0^g,46$ de galactane pour 100 d'orge sèche; ce chiffre passe à $0^g,91$ après 3 jours de germination, à $1^g,46$ après 6 jours, et à $2^g,28$ après 9 jours, tandis que l'amylane représente, pour les mêmes périodes, $0^g,54$, $0^g,56$, $0^g,65$, $0^g,71$. Dans une autre expérience, j'ai constaté $1^g,01$, $1^g,46$, $1^g,77$, $2^g,25$ de galactane et $0^g,50$, $0^g,50$, $0^g,60$, $0^g,53$ d'amylane.

» III. *Étude des sucres.* — J'ai, dans les liqueurs alcooliques, dosé les sucres non précipités et, en comparant les résultats obtenus par l'inversion Clerget, qui ne touche pas au maltose et, par l'inversion à 100°, j'ai pu constater que, à aucun moment de sa germination, l'orge ne renferme de maltose. Ce fait est en opposition avec l'opinion de M. O' Sullivan, de M. Jalowetz, de M. Kröber, de M. Ling et s'accorde, au contraire, avec les expériences de M. Düll. L'absence de maltose et de dextrine prouve qu'il n'y a pas de saccharification interne pendant la germination.

» L'orge crue renferme de 0,5 à 1 pour 100 de saccharose, et celui-ci augmente au germoir dans la proportion de 1 à 3. Le sucre réducteur s'y rencontre en quantité extrêmement faible (0,1 pour 100) : son pouvoir rotatoire est tel que l'on peut supposer le sucre formé exclusivement par du glucose. Bientôt la sucrase entre en jeu, fournissant du glucose et du lévulose, dont la somme augmente parallèlement au saccharose; ce fait a été d'ailleurs observé par M. Petit. Mais le pouvoir rotatoire du sucre réducteur diminue progressivement; il a, dans une expérience, passé de $+46°$ à $+28°,7$; dans une seconde, de $+47°$ à $+30°,6$ et à $17°,7$ dans une troisième. Le grain utilise probablement les deux sucres de façons différentes, comme je l'ai montré pour les feuilles de betteraves, le glucose présidant à la respiration, le lévulose assurant la poussée cellulosique du germe et des radicelles. Le lévulose, qui était largement utilisé au début, l'est plus lentement quand la germination se ralentit.

» IV. *Étude de l'amidon.* — L'amidon, au cours de la germination, diminue dans la proportion de $\frac{1}{5}$ environ. En rapportant les chiffres à 100g de l'orge, supposée sèche, primitivement employée, j'ai constaté 60,2 d'amidon dans l'orge crue, puis 55,7 après 3 jours de germination, 53,9 après 6 jours et 47,4 après 9 jours. La transformation de l'amidon en saccharose a été reconnue bien des fois. A-t-elle lieu par l'intermédiaire instable du maltose, comme le supposent MM. Brown et Morris? Peut-elle au contraire se passer de cet intermédiaire? La production d'amidon aux dépens du saccharose est classique, et ce que nous savons de la réversibilité des actions diastasiques nous permet de supposer que la transformation est directe. D'ailleurs, si le maltose était utilisé, que deviendrait la dextrine qui se formerait en même temps?

» Les grains d'amidon s'attaquent progressivement par la surface; il suffit, pour le démontrer, d'isoler l'amidon à différents moments de la germination et de constater le volume occupé par un même poids d'amidon déposé. Ce volume diminue dans la proportion de 100 à 79, ce qui indique que les grains d'amidon deviennent de plus en plus petits. »

HISTOLOGIE. — *Recherches sur la constitution et sur la structure des fibres cardiaques chez les Vertébrés inférieurs.* Note de M. F. Marceau, présentée par M. E. Perrier.

« A la suite d'une première série de recherches faites uniquement à l'aide de coupes de cœur colorées à l'hématoxyline ferrique [1], j'avais admis que les fibrilles sont absolument continues dans toute la longueur des travées musculaires et qu'on ne peut observer les limites de leurs prétendues cellules constitutives, isolables par la solution de potasse caustique à 40 pour 100, lesquelles sont fusionnées complètement en un véritable syncytium. De nouvelles recherches, faites en dissociant des fragments

(1) *Comptes rendus Soc. de Biologie,* séance du 19 juillet 1902.

de cœur de Truite, de Grenouille, de Lézard, de Tortue et d'Alligator, à l'aide de la solution concentrée de potasse caustique et surtout de l'acide azotique à 20 pour 100, ont modifié légèrement mon opinion, tout en ne contredisant aucune de mes observations antérieures.

» Les travées ou les parois compactes du cœur des Vertébrés inférieurs sont constituées par des faisceaux de fibres plus ou moins allongées et disposées parallèlement, mais émettant des branches très obliques plus ou moins nombreuses dont les unes s'anastomosent avec des fibres voisines et dont les autres se terminent librement par des extrémités longuement effilées ou un peu obtuses. Ces fibres, après un parcours plus ou moins long, se terminent elles-mêmes par des extrémités effilées ou obtuses, cédant ainsi le pas à d'autres fibres, ou bien s'anastomosent avec des branches issues de fibres voisines et continuent leur chemin dans la même direction. Lorsque les extrémités effilées, terminées librement, sont nombreuses, elles sont placées côte à côte en se dépassant réciproquement à la façon de celles des fibres du bois. Les fibrilles qu'elles renferment sont situées exactement dans le prolongement les unes des autres, ce qui fait qu'à l'examen de coupes longitudinales des travées, elles paraissent absolument continues dans toute l'étendue de celles-ci. En d'autres termes, les travées ou la paroi compacte du muscle cardiaque des Vertébrés inférieurs sont constituées par des fibres musculaires d'un faible diamètre, anastomosées en un réseau très compliqué à mailles allongées, mais qui est hérissé de branches aveugles plus ou moins nombreuses, de forme et de longueur variées. Si par la pensée on supposait la travée distendue latéralement par une injection interstitielle de liquide qui sépare ses fibres constitutives sans les rompre, elle présenterait une disposition assez analogue à celle du réseau de cellules laticifères des Composées liguliflores.

» Dans le cœur des Vertébrés inférieurs, les travées se bifurquent et s'anastomosent entre elles, à la façon des fibres elles-mêmes dans chaque travée. Après un nombre plus ou moins grand de ces anastomoses et divisions successives, elles aboutissent toutes, en définitive, soit à la base du bulbe aortique, soit aux anneaux fibreux des orifices auriculo-ventriculaires, où elles se terminent par des extrémités coniques à pointe émoussée, absolument semblables à celles qu'a figurées von Ebner pour les fibres cardiaques des Vertébrés supérieurs.

» Les fibres cardiaques des Vertébrés inférieurs, d'un faible diamètre en général, sont toutes constituées d'une façon analogue. Elles comprennent une colonne sarcoplasmique contenant les noyaux à la périphérie de laquelle sont situées des fibrilles striées. Celles-ci sont le plus souvent disposées en une seule assise, mais parfois aussi il peut y en avoir deux ou trois dont les éléments sont alors répartis sans ordre apparent.

» Ces fibres sont en contact direct dans les travées et le plus souvent aussi dans les parois compactes, puisque dans ces dernières régions les capillaires et les cellules conjonctives sont rares. Il arrive assez souvent que ces fibres, toujours indistinctes dans les coupes longitudinales des faisceaux des travées et de la paroi compacte, quelquefois aussi paraissent mal limitées dans les coupes transversales. Cela tient à ce que la rétraction de leur sarcoplasma, sous l'influence du réactif fixateur ou des

déshydratants, se produit d'une façon très irrégulière, ce qui en laisse plusieurs en contact, alors que d'autres sont fragmentées.

» Les fibres des Chéloniens et des Crocodiliens ont beaucoup d'analogie, au point de vue de leur taille et de la disposition des fibrilles, d'une part avec celles des Oiseaux, et d'autre part avec celles des Monotrèmes (Echidné). Comme celles de ces derniers, elles sont aussi quelquefois, surtout chez les Crocodiles, séparées par des cellules conjonctives rameuses et quelques capillaires; de plus, elles sont entourées par un sarcolemme chez le Crocodile.

» Ainsi la transition entre les fibres cardiaques des Vertébrés inférieurs et celles des Vertébrés supérieurs, s'établit par l'intermédiaire de celles des Chéloniens et des Crocodiliens. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la capsule surrénale des Amphibiens.* Note de M. **Ed. Grynfeltt**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les capsules surrénales des Amphibiens possèdent-elles en dehors des cellules du type cortical et des cellules chromaffines, éléments essentiels de la capsule surrénale chez tous les Vertébrés, une nouvelle espèce d'éléments histologiques? C'est la question qu'a soulevée Ciaccio dans une Note récente.

» Ayant étudié, depuis plus d'une année, la capsule surrénale de divers Amphibiens urodèles et anoures et ayant recueilli un certain nombre de matériaux, je désirerais présenter quelques observations à ce sujet.

» Stilling a décrit en 1898 dans la capsule surrénale de *Rana esculenta* des cellules particulières qu'il a appelées *cellules d'été*, parce qu'elles apparaissent avec la bonne saison, puis diminuent de nombre et prennent des caractères moins nets, se conservant jusqu'à l'année suivante où elles reprennent tous leurs caractères et tout leur développement. Depuis les recherches de Stilling, on a retrouvé ces cellules avec leur caractéristiques principales pendant tout le cours de l'année. C'est ainsi que Bonnamour et Policard les signalent chez des Grenouilles observées pendant l'hiver. De mon côté, je les ai également retrouvées chez ces animaux pendant toute l'année. Ciaccio a observé aussi d'une façon permanente les cellules qu'il décrit comme troisième élément de la capsule surrénale des Anoures et qui paraissent répondre, ainsi que l'avait brièvement indiqué Bonnamour et Policard, aux cellules d'été de Stilling.

» Cela n'implique pas, du reste, une erreur de la part de Stilling, car il signale l'absence des cellules d'été chez des animaux retirés de la vase où ils s'étaient enfouis pour passer l'hiver, par conséquent à l'état d'hibernation. Il est possible que les Grenouilles observées par Ciaccio et par moi, vivant dans des climats plus méridionaax, ne subissent pas une hibernation aussi marquée. D'autre part, il se peut que les Grenouilles étudiées par Bonnamour et Policard aient été conservées dans le laboratoire,

et, par suite, ne soient pas comparables à celles de Stilling au point de vue de l'hibernation. En ce qui me concerne, j'ai trouvé pendant tout l'hiver des cellules d'été caractéristiques aussi bien dans les *Rana esculenta* conservées dans le laboratoire que dans celles qui étaient pêchées dans les mares autour de Montpellier.

» Il ne s'agit donc pas là d'éléments aussi fugaces que pourrait le faire penser l'expression de Stilling. Leur forme, leurs divers caractères montrent clairement que cellules de Ciaccio et cellules de Stilling sont un seul et même élément, et qu'il est probable que Ciaccio en a jugé autrement en prenant trop à la lettre le mot de *Sommerzellen*.

» Ces éléments présentent, en outre, la particularité très singulière de se rencontrer seulement parmi les anoures dans le genre *Rana*. C'est un fait remarquable et absolument hors de doute. En effet, dans les belles recherches de Giacomini, ils ne sont signalés que chez *Rana temporaria*, alors que cet auteur a étudié en détail la capsule surrénale de *Rana*, *Bombinator*, *Bufo* et *Hyla*. J'ai étudié moi-même avec soin une série de capsules surrénales d'*Hyla* et de *Bufo* recueillis pendant toute l'année dans les serres du Jardin des Plantes de Montpellier, et je n'ai jamais rencontré de cellules d'été chez ces Anoures. Il n'y en a pas non plus chez les Urodèles examinés par Giacomini (*Salamandra, Salamandrina, Spelerpes, Triton, Euproctus*), ni dans les divers Tritons que j'ai vus (*T. marmoratus* et *T. palmatus*). La rareté des cellules d'été mérite d'être remarquée, et il ne faudrait pas se hâter de conclure de la capsule surrénale de la Grenouille à celle de tous les Amphibiens.

» Les cellules d'été présentent des caractères spéciaux que Stilling a bien indiqués : forme globuleuse ou ovoïde, noyau excentrique et fortement colorable, protoplasma se teignant très énergiquement par l'éosine après certains réactifs. La forme arrondie de ces cellules se rencontre toujours : jamais elles ne deviennent polygonales pour constituer des masses épithéliales, et dans quelque partie de la capsule surrénale qu'elles se placent, soit dans les cordons de cellules corticales, soit autour des cellules médullaires ou au milieu des amas que ces dernières forment, elles demeurent globuleuses, sans modeler en rien leurs contours sur ceux des espaces que pourraient laisser libres les cellules. Elles se montrent donc un peu comme des corps étrangers superposés en quelque sorte aux éléments des organes où on les rencontre. Ce caractère, la disposition excentrique de leur noyau et quelques propriétés colorantes, m'ont porté à penser que ces cellules sont peut-être tout simplement des leucocytes émigrés dans la capsule surrénale, et qui prennent des caractères spéciaux dans cet organe. Leur protoplasma se teint par métachromasie en rouge violet par le bleu de Unna, comme le fait celui des *Mastzellen*.

» La présence de grains de sécrétion décrits par Ciaccio dans ces cellules auxquelles il donne justement, à cause de ces grains, le nom de *granulifères*, ne prévaut pas contre cette manière de voir. Il y a lieu de poursuivre l'étude de ces cellules, et l'idée de leur nature leucocytaire pourra bien être confirmée par la suite, surtout lorsqu'on arrivera à constater le moment précis de leur apparition, ce que je n'ai pas pu faire jusqu'ici.

» En tout cas, il faut insister sur ce fait, qu'on ne les a trouvées jusqu'à présent que dans le genre *Rana*. Stilling les signale chez *R. esculenta*,

Giacomini ne les a pas trouvées chez *R. esculenta*, mais chez *R. temporaria*. Ciaccio les représente chez *R. esculenta*, et donne aussi *R. temporaria* comme un bon exemple pour l'étude de ces cellules. Par conséquent leur présence ne paraît bien établie jusqu'ici que dans le genre *Rana* et peut-être pas dans toutes les espèces indigènes de ce genre. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les œufs de* Petromyzon Planeri. Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. Y. Delage.

« Pour élucider les phénomènes intimes de la segmentation provoquée chez les œufs vierges de Vertébrés, je me suis adressé à un type autre que nos Amphibiens vulgaires et présentant sur lui de sérieux avantages. L'œuf de Lamproie, par sa constitution et son mode de segmentation, rappelle celui de la Grenouille; mais l'absence de gangue et de pigment, la présence d'un micropyle et la netteté de certains phénomènes consécutifs à l'imprégnation permettent une expérimentation plus précise avec un parallélisme intéressant entre l'évolution normale et l'évolution parthénogénétique.

» Les œufs vierges portés 30 minutes à 35°, suivant la technique empruntée à Delage, et que j'avais employée avec succès pour *Rana temporaria*, sont restés inertes. Une température de 30° ne m'a pas mieux réussi. Le même matériel immergé dans les solutions fortes salines ou sucrées (valeur : 1 pour 100 de NaCl), pendant 1 heure, 1 heure 30 minutes, 2 heures, 15 heures, et reporté dans l'eau pure, ne m'a fourni que quelques rares débuts de segmentation. Mais j'ai obtenu régulièrement de très belles morulas et même des blastulas à éléments plus ou moins fins, *en plongeant et maintenant les œufs* dans des solutions de saccharose à 5 ou 6 pour 100 ou dans des solutions isotoniques de NaCl.

» C'est un premier point à noter. Je rappellerai que, l'an dernier, avec *Rana fusca*, je superposais avantageusement à l'action de la chaleur celle des solutions sous une concentration identique. Mon objectif était de réagir contre la réhydratation inévitable sur des œufs volumineux et à évolution lente. L'interprétation est d'autant plus plausible que cette année, j'ai tiré du même type Amphibien, avec le seul *contact permanent* du sucre à 6 pour 100, des formes morulaires ou blastulaires plus belles que toutes celles obtenues antérieurement.

» C'est la clef du phénomène enregistré chez la Lamproie. L'œuf a une surface relative plus grande puisqu'il est plus petit, et son évolution est sensiblement plus lente. Une modification brusque de l'équilibre par le milieu extérieur peut n'être que transitoire et s'effacer dans l'eau pure avant la segmentation. On comprendrait ainsi comment, chez les Amphibiens et les Cyclostomes, la meilleure condition de l'évolution

expérimentale paraît être le contact permanent de la solution la plus faible qui engendre la division.

» A ces faits s'en joignent d'autres, non moins suggestifs et qui viennent tous à l'appui de mon hypothèse de la déshydratation.

» Sur l'œuf vierge fraîchement émis, le chorion n'apparaît pas : il est strictement accolé à la masse ovalaire. Ajoutez le sperme et presque immédiatement (au bout de 1 minute au plus), le chorion se détache au niveau du micropyle où l'œuf montre une dépression cratériforme. On voit s'étendre progressivement vers le pôle opposé une contraction qui chemine comme une onde annulaire. L'œuf devient libre dans son enveloppe; il a réduit son volume; il est devenu sphérique, et le point micropylaire qui correspondait à une extrémité de l'ovale passe à peu près au pôle supérieur à la suite d'une rotation de 90°.

» L'œuf vierge soumis aux solutions déshydratantes présente le même phénomène au bout de 24 heures, 48 heures, ou même plus tard. Jamais il ne se divise sans avoir subi au préalable ce changement d'allure, et je me suis assuré que ce changement précède tout mouvement nucléaire.

» Mais voici d'autres détails également significatifs. Dans le sel à 0,5 pour 100, on trouve, au début du sixième jour, beaucoup d'œufs restés inertes; depuis 72 heures, aucun d'eux n'a séparé son chorion; leur surface est légèrement ridée. On les porte dans le sucre à 6 pour 100; le lendemain, la plupart d'entre eux sont en mouvement et donnent ultérieurement de belles blastulas. Le passage inverse a été pratiqué au bout de 7 jours avec des œufs non divisés dans le sucre à 6 pour 100; immergés dans la solution de $NaCl$ à 0,65, ils se sont segmentés. Bien mieux, au bout de 7 jours, un stock de ces œufs restés immobiles dans les milieux artificiels a pu être fécondé.

» Les ébauches issues des œufs vierges ne dépassent pas le stade blastulaire. Non seulement les blastomères renferment des noyaux dès le début de la segmentation; mais, dans certains cas, presque tous ces noyaux sont en mouvemnnt. Il y a prédominance des figures pluripolaires.

» Ces expériences mettent en évidence le rôle très net de la déshydratation et l'avantage du contact permanent de la solution saline ou sucrée à la concentration minima où elle soit encore efficace ».

BOTANIQUE. — *Le mériphyte chez les Cycadacées.* Note de M. **H. Matte**, présentée par M. Guignard.

« Depuis quelques années, on tend à accorder au système libéroligneux de la feuille (mériphyte de M. Lignier) une importance de plus en plus grande. C'est donc dans le but de rechercher si celui des Cycadacées peut donner des indications sur la valeur phylogénétique de ce groupe si intéressant que nous avons entrepris sur le parcours des faisceaux une étude résumée dans la présente Note.

« La structure de l'arc foliaire des Cycadacées est très constante, mais sa forme est rendue assez variable par des plissements longitudinaux qui l'altèrent d'une façon parfois considérable.

» La rentrée des faisceaux foliolaires dans le rachis ne se fait par une trace réellement unifasciculée que dans le genre *Cycas;* dans tous les autres genres, elle est plurifasciculée. En effet, s'il est vrai que dans les genres *Dioon* et *Ceratozamia,* ainsi que dans la plupart des espèces du genre *Zamia,* cette trace ne paraît constituée que par un seul faisceau rentrant, le nombre de ses pointements trachéens démontre cependant qu'il équivaut à une trace plurifasciculée. Parfois, d'ailleurs, comme chez le *Dioon edule* Lind. et certains *Ceratozamia*, un ou plusieurs faisceaux marginaux externes de la foliole restent indépendants de leurs congénères plus internes et se terminent en pointe libre dans la base d'insertion sur le pétiole.

» De bonne heure, chez les *Cycas*, *Dioon*, *Ceratozamia,* la plupart des *Zamia* et certains *Macrozamia,* l'arc libéro-ligneux pétiolaire subit, vers le plan du pétiole, un plissement longitudinal rentrant d'où résulte la forme classique en Ω. C'est sur ses marges que s'insèrent toujours les traces foliolaires.

» Dans le genre *Encephalartos,* la forme en Ω est profondément modifiée et peut même ne plus se reconnaître. En effet, chaque trace foliolaire, nettement plurifasciculée, subit, dès sa rentrée, une torsion qui ramène le ou les premiers (¹) de ses faisceaux soit vers les derniers, soit simplement vers la partie antérieure du pétiole. Dans ce dernier cas, le trajet inférieur des faisceaux devenus antérieurs est variable : ou bien, sans modifier notablement leur position, ils se mettent en rapport avec ceux des traces foliolaires sous-jacentes, ou bien, se rapprochant plus ou moins du plan de symétrie pétiolaire, ils se placent soit dans la partie antérieure du segment médullaire, soit dans sa partie postérieure ; là encore, ils se comportent de façons diverses suivant les espèces et certains peuvent s'intercaler dans l'arc pétiolaire. Les autres faisceaux des traces foliolaires s'accolent au bord de l'arc libéro-ligneux et contribuent à son accroissement, mais jamais ils ne le font qu'après avoir subi, eux aussi, vers le plan de symétrie du pétiole, une déviation qui fait songer au plissement de l'Ω.

» La résultante de tous ces faits est la constitution, à la base du pétiole, d'un système libéro-ligneux foliaire à *faisceaux dispersés et orientés en tous sens,* système dans lequel il semble impossible de discerner une disposition type.

» Chez quelques espèces, notamment chez l'*E. Lehmanni* Lehm. et chez l'*E. horridus* Lehm., les faisceaux foliolaires rentrants peuvent, en outre, en se tordant, former des cordons libéro-ligneux très arqués ou même à structure *absolument concentrique.*

» Le *Zamia muricata* Willd. montre, dans la partie antérieure de son pétiole, un système de faisceaux qui, par son mode de formation et sa disposition, rappelle celui du g. *Encephalartos;* il en diffère, cependant, par le niveau plus inférieur où se fait la torsion des traces foliolaires.

» Enfin, chez quelques *Macrozamia, M. spiralis* Miq., *M. Fraseri* Miq., entre autres, il n'y a que le premier faisceau des traces foliolaires successives qui subisse la

---

(¹) C'est-à-dire ceux qui sont le plus rapprochés du plan de symétrie pétiolaire.

torsion, et il en résulte la formation d'un système fasciculaire disposé régulièrement suivant une *bande antérieure parallèle* à la marge de l'arc pétiolaire et *orientée inversement.*

» On sait que chez le *Stangeria paradoxa* Th. Moore, les deux premières folioles inférieures sont insérées *en avant du pétiole et de part et d'autre de sa ligne médiane antérieure,* et qu'elles sont, en outre, contiguës à la paire suivante qui est latérale. Il résulte de cette disposition que les traces des deux premières folioles se placent *en avant* et dans le prolongement des branches de l'arc ondulées et un peu rentrantes vers le plan pétiolaire. Ainsi complété, cet arc prend la forme de deux fers à cheval accolés par leurs extrémités; plus bas, le fer antérieur se creuse dans le plan pétiolaire.

» Chez le *Bowenia spectabilis* Hook., les traces foliolaires, après une torsion en avant de leur premier faisceau, constituent un système libéro-ligneux qui, à la base du pétiole secondaire, prend la forme d'un cercle de faisceaux fermé antérieurement.

» Les cercles des deux pétioles secondaires terminaux s'unissent en un seul dans le rachis principal en isolant temporairement un faisceau dans son intérieur.

» Aux niveaux des rentrées des pétioles secondaires inférieurs, leurs cercles se fondent de même dans le cercle unique un peu déformé du rachis principal, et, chaque fois, il s'isole encore un ou plusieurs faisceaux *permanents* dans son intérieur. Ces rentrées successives déterminent ainsi, dans la base du rachis, la formation d'un *cercle externe de faisceaux entourant complètement un second cercle interne excentrique qui enserre lui-même à son intérieur un faisceau représentatif d'un troisième cercle.* C'est là une disposition qui rappelle d'une façon frappante celle de l'*Angiopteris evecta.*

» *Résumé.* — Les traces foliolaires ne sont réellement unifasciculées que dans le *g. Cycas;* ailleurs elles sont plus ou moins plurifasciculées.

» La forme typique en Ω ne se montre visible que chez les *Cycas, Dioon, Ceratozamia,* la plupart des *Zamia* et certains *Macrozamia,* mais partout il y a indication de pli latéral qui caractérise cet arc.

» Dans le *g. Encephalartos,* chez certains *Zamia* et *Macrozamia,* l'arc foliaire présente, dans la base du pétiole, une complication parfois considérable due à des tensions et à des déplacements de faisceaux que nous attribuons à des plissements de l'arc foliaire.

» Dans les *g. Stangeria* et *Bowenia,* l'arc foliaire est assez différent des précédents et celui du second a la même forme que dans l'*Angiopteris.*

» Cette étude s'applique à des feuilles adultes de troncs d'un âge mûr; la forme de l'arc foliaire dans les feuilles de jeunes individus est généralement plus simple et elle peut même présenter d'autres caractères. »

GÉOLOGIE. — *Sur deux horizons à Céphalopodes du Dévonien supérieur dans le Sahara oranais*. Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Munier-Chalmas.

« L'existence de terrains paléozoïques dans le nord du Sahara est connue de longue date, mais ce n'est qu'en 1901 que le Dévonien fut signalé dans l'Extrême Sud oranais par M. Flamand [1], d'après des échantillons recueillis près de Charouin, dans le Gourara, par M. le commandant Laquière. *Calceola sandalina* démontre bien la présence, en ce point, de l'étage inférieur du Dévonien moyen. C'est à M. Émile Gautier [2] qu'est due la découverte, dans la même région et dans l'oued Saoura, de Céphalopodes indiquant l'existence du Dévonien supérieur [3].

» Je parlerai d'abord d'un lot de fossiles, recueilli par M. Émile Gautier à Fgagira, dans le Gourara, qui représente un horizon bien connu en Europe, appartenant à la partie inférieure du Dévonien supérieur, à l'étage Frasnien. M. Gautier [4] a publié une coupe de la localité de Fgagira, dans laquelle il attribue, sur des déterminations provisoires, au sommet du Dévonien moyen les « minces couches calcaires avec bancs » épais d'argiles intercalés », d'où proviennent les fossiles en question. J'ai sous les yeux plusieurs plaquettes de calcaire cristallin, couvertes à la surface de nombreux fossiles, en général d'une belle conservation. Sur quelques-unes prédominent des *Orthoceras* indéterminables, sur d'autres se trouvent en grand nombre de très beaux exemplaires de *Bactrites carinatus* Münst. sp.

» Les Goniatites sont plus rares, mais *Tornoceras simplex* Buch et *Gephyroceras intumescens* Beyr. sont représentés par plusieurs échantillons. Enfin, sur une autre plaquette, se voient plusieurs exemplaires de *Buchiola retrostriata* Buch sp.

» L'association de *Tornoceras simplex*, de *Gephyroceras intumescens* et de *Bactrites carinatus* indique avec certitude la présence, à Fgagira, de la zone à *Gephyro-*

---

(1) *Comptes rendus*, 1er juillet 1901.

(2) *Ibid.*, 8 décembre 1902.

(3) M. Émile Gautier ayant bien voulu, sur la demande de M. Douvillé, mettre à ma disposition les matériaux recueillis dans ses deux voyages (1902 et 1903) dans l'Extrême Sud oranais, je suis à même de donner aujourd'hui le résultat de mes déterminations paléontologiques. Je dois également à M. le lieutenant Bavière, du poste de Beni-Abbès, un lot de Céphalopodes qui m'a été obligeamment remis par M. Paul Lemoine. Je tiens à adresser ici tous mes remercîments à MM. Gautier et Bavière, ainsi qu'à MM. Douvillé et Lemoine.

(4) Émile-F. Gautier, *Sahara oranais* [*Annales de Géogr.*, n° 63, 15 mai 1903, p. 235-259; Carte *Pl. IV*, 8 figures (voir *fig.* 2, p. 244)].

ceras intumescens, second niveau du Dévonien supérieur, dans la classification publiée récemment par M. Frech ([1]).

» Cet horizon se rencontre, comme on sait, à Cabrières, au Martenberg, à Büdesheim, etc., ainsi que dans le Timan.

» Un niveau incontestablement plus élevé a fourni à M. Gautier des séries beaucoup plus riches. Il est représenté en deux points, distants d'ailleurs d'environ 220^{km}, à Charouin, dans le Gourara, au nord-est de Fgagira, et à Beni-Abbès, sur l'oued Saoura, au sud-est d'Igli.

» Le gisement de Beni-Abbès était faiblement représenté dans la série d'échantillons rapportés par M. Gautier lors de son premier voyage; en revanche, j'ai maintenant entre les mains un lot très important recueilli à la même localité en mars 1903 par M. Gautier et par M. le lieutenant Bavière. Les Céphalopodes sont remarquables par le nombre des exemplaires, la variété des espèces et leur bel état de conservation. Ce sont des moules internes calcaires, colorés en rouge par du sesquioxyde de fer anhydre; les détails de l'ornementation et les cloisons y sont nettement visibles,

» J'ai été frappé de la ressemblance extérieure que présentent les échantillons de Beni-Abbès avec ceux de certaines localités dévoniennes de l'Allemagne centrale. On va voir par la liste ci-dessous que la ressemblance n'est pas seulement extérieure et qu'elle porte également sur le caractère paléontologique de la série. Voici l'énumération des espèces que j'ai pu reconnaître parmi mes matériaux de Beni-Abbès :

» *Chiloceras subpartitum* Münst.; *Sporadoceras subbilobatum* Münst.; id. var. *meridionalis* Frech.; *Sporadoceras* n. sp. (ou *Meneceras,* avec le péristome muni d'une apophyse jugale); *Aganides sulcatus* Münst.; *Clymenia lævigata* Münst.; *Cl.* cf. *pygmæa* Münst.; *Cl.* cf. *flexuosa* Münst.; *Cl. annulata* Münst. (nombreux exemplaires); *Cl. subnautilina* Sandb.; *Cl.* n. sp. aff. *intracostata* Frech.; *Cl.* n. sp. aff. *plurisepta* Phil.; *Cl.* n. sp. (tours beaucoup plus embrassants que la précédente, section ovale); *Cl.* n. sp.; *Cl. spinosa* Münst.; *Oxyclymenia striata* Münst.; *Orthoceras* pl. sp.; *Phacops cæcus* Gürich.; *Capulus* (?) (Drevermann, Fauna der oberdev. Tuffbreccie von Langenaubach, Pl. XIV, fig. 11); *Buchiola retrostriata* Buch.; *Posidonomya venusta* Münst.

» Ce qui frappe d'ailleurs, dans cette liste, c'est la prédominance des espèces du genre *Clymenia* s. str. et l'absence totale des *Gonioclymenia*. C'est précisément là le caractère qui différencie le niveau inférieur du calcaire à Clyménies de la Westphalie et du Nassau, la zone à *Clymenia annulata* de MM. Denckmann et Lotz ([2]), du niveau supérieur, de la zone à *Gonioclymenia speciosa*.

» Je ne doute pas que ce soit le niveau inférieur qui se trouve représenté à Beni-Abbès à l'exclusion du niveau supérieur. Le reste de la faune milite également en faveur de cette conclusion. Il est rare de trouver, à des distances aussi considérables que celle qui sépare le Sahara oranais du Nassau, une association de formes aussi remarquablement identiques dans des couches appartenant au même horizon.

([1]) Fr. Frech, *Ueber devonische Ammoneen* (*Beitr. z. Pal. u. Geol. Œster.-Ung.*, t. XIV, p. 27-112, *Pl. II-V;* 1902).

([2]) V. Frech, *loc cit.*, p. 104.

» Quant à la seconde localité de calcaires à Clyménies, celle de Charouin, dans le Gourara, elle a fourni jusqu'à présent un nombre d'espèces bien inférieur à celle de Beni-Abbès. Parmi les matériaux recueillis par M. Gautier ne se trouvent que quelques exemplaires de *Clymenia lævigata*, assez bien conservés, mais toutefois partiellement polis par le sable, et plusieurs Goniatites indéterminables. Le niveau est probablement le même qu'à Beni-Abbès, quoique le facies minéralogique soit assez différent. Les calcaires rouge violacé sont beaucoup plus compacts et rappellent beaucoup certains marbres griotte.

» En résumé, on connaît aujourd'hui dans le Sahara oranais, grâce aux explorations de M. Gautier, deux niveaux fossilifères du Dévonien supérieur, nettement définis par des faunes riches et bien caractéristiques. Leurs affinités paléontologiques avec les couches de même âge de l'Allemagne centrale sont tout à fait remarquables et accentuent encore le caractère « hercynien » ou mieux « armoricain-varisque » des chaînes paléozoïques du Sahara septentrional, sur lequel plusieurs auteurs ont déjà insisté. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la Meuse à l'époque quaternaire.* Note de M. **Paul Bois**, présentée par M. de Lapparent.

« L'étude attentive des rivières, de leur régime, de leurs terrasses, la comparaison de la section des vallées avec la surface qu'elles drainent, l'interprétation des formes topographiques du sol, montrent qu'à partir de l'époque paléolithique, le bassin de la Meuse française a éprouvé des variations considérables, qui ont laissé de profondes empreintes dans la physionomie actuelle du pays (¹).

» Ce bassin englobait, à l'est, les hautes vallées de l'Orne, du Rupt de Madt, du Terrouin et celle de la Moselle en amont de Toul; à l'ouest, la Voire, la Marne avec ses affluents dans la région du Perthois, l'Aisne en amont d'Attigny et l'Aire.

» Il était limité à l'ouest par la falaise crétacée et à l'est par l'ancienne falaise corallienne du Jarnisy et du pays de Haye.

» Un grand nombre de ses affluents avaient une assez grande puissance.

» La Saônelle drainait tout le pays oolithique entre Coussey, Chaumont et Langres. Le Vair, outre son bassin actuel, occupait celui du Haut-Madon en amont de Mirecourt. La Haute-Moselle tout entière, au lieu de rebrousser à Toul, continuait son

(¹) *Voir* notamment les travaux publiés par M. W. Morris-Davis.

cours vers l'ouest et venait, par le Val-de-l'Ane, confluer à Pagny-sur-Meuse. Ses eaux coulaient à 45^m au-dessus du fond de la vallée actuelle. La Loison et l'Othain prenaient leur source plus au sud et recueillaient les eaux du plateau corallien qui recouvrait encore tout le pays de Woëvres.

» Enfin, un affluent, que nous désignerons sous le nom de Marne-Bar, prenait sa source au nord de Chaumont, suivait le cours de la Marne jusque Saint-Dizier; puis, se dirigeant vers le nord par-dessus le seuil de la forêt de Belnoue, venait rejoindre le cours de l'Aisne, passait au défilé du Grand-Pré et atteignait la Meuse par la vallée de l'Agron puis celle de la Bar. Il recueillait au passage tous les affluents de la Marne et de l'Aisne compris entre la falaise crétacée et la Meuse actuelle.

» Le bassin de cette rivière avait 8000^{km^2} de superficie; celui de sa voisine, la Meuse, avait à Mouzon 9500^{km^2} d'étendue. Aussi s'explique-t-on que les vallées creusées par ces deux cours d'eau, à travers les calcaires oolithiques, aient à peu près une égale importance.

» L'ancienne Marne-Bar coulait à 70^m en moyenne au-dessus du lit de l'Aisne actuelle et à 50^m au-dessus de la Marne; son altitude, repérée au seuil de Belnoue par les alluvions, atteignait 185^m.

» A la même époque, l'Aube ne recevait pas le tribut de la Voire, la Marne prenait naissance sur le plateau crayeux de la Champagne et l'Aisne ne dépassait pas vers l'est le bombement jurassique voisin d'Attigny.

» Ces affluents de la Seine étaient fortement en contrebas du cours de la Marne-Bar. Tous avaient la limpidité et l'allure tranquille des rivières de contrées perméables; ils imposaient leur régime au collecteur en aval de Paris. Aussi la Seine, dans son cours inférieur, remplissait-elle sa vallée d'une épaisse couche de tourbe, où l'on a recueilli des restes humains.

» A droite de la Meuse, la Meurthe quaternaire coulait, vers Metz, à 45^m au-dessus de son lit actuel. Ses affluents de rive gauche, relevés d'autant, ne dépassaient pas les limites du Jarnisy et du pays de Haye.

» La Seille, à Pournoy-la-Chétive, tournait à droite et, longeant la faille de Mécleuves, rejoignait la Nied à Courcelles.

» Toute la contrée comprise entre la Champagne et les Vosges était fermée au nord par les massifs forestiers de l'Ardenne, du Luxembourg et du Palatinat, au sud par ceux de Clairvaux, du Bassigny et des Faucilles. Une série de rivières parallèles, violentes ou marécageuses, alternant avec de longues bandes continues de forêts orientées du sud au nord, rendaient la pénétration très difficile par l'est ou par l'ouest.

» Aussi les restes de l'industrie paléolithique, qui sont très répandus dans la Champagne, sont-ils presque inconnus entre cette contrée et le Rhin.

» Tel était l'état du pays, lorsqu'une série d'événements, en pratiquant des trouées à travers tous ces obstacles, vint ouvrir la région à l'activité de l'homme.

» La Meurthe à Frouard avait un bassin plus étendu et plus ramassé que

celui de la Moselle; elle recevait un puissant appel du Rhin; aussi creusait-elle son lit avec plus d'énergie. A un moment donné, un de ses affluents, le Terrouin, dans son allongement vers l'ouest, vint surprendre la Moselle à Toul et l'entraîna vers Frouard. Les deux rivières, désormais réunies, joignant leurs efforts, creusèrent leur vallée commune avec une énergie doublée, et l'enfoncèrent d'environ 45^{m}.

» Les affluents, sous leur impulsion, entreprirent une violente campagne d'érosion régressive.

» Le Bas Madon capturait le Haut Vair et décapitait l'Arot. La Seille, surprise à Pournoy, était entraînée dans la Moselle. Le Rupt de Madt, l'Orne et le Terrouin sapaient le support argileux de la falaise corallienne et, la faisant reculer jusqu'aux côtes de Meuse, nivelaient sur son emplacement les plaines des Woëvres. Par le fait de ces captures, la Meuse perdait sur sa droite 4500^{km} de bassin. Frappée de paralysie, elle cessa de rouler ses alluvions pour les déposer dans son lit.

» Pendant ce temps l'Aube, la Marne et l'Aisne continuaient lentement leur évolution et creusaient progressivement leur sillon.

» L'Aube atteignait bientôt la Voire; puis la Marne champenoise capturait sa voisine du Vallage, déblayait le Perthois et allait conquérir jusqu'à Chaumont la haute vallée de la Saônelle. Enfin, l'Aire perçait le bombement d'Attigny et venait détourner, au défilé de Grand-Pré, tout le reste de la Marne-Bar. Avec cette dernière, la Meuse a perdu 7500^{km^2} de son bassin. Des 21500^{km^2} qu'elle drainait autrefois en amont de Mézières, il ne lui en reste plus que 7500 à l'heure actuelle.

» L'Aube et la Marne ainsi renforcées se sont partagé les têtes champenoises des rivières de Brie.

» La Marne et l'Aisne, devenues torrentielles, entraînèrent leurs troubles jusque dans la basse Seine et recouvrirent son fond tourbeux d'une couche de 4^{m} de fertiles alluvions.

» La Lorraine et le Barrois avaient dès lors leur aspect actuel; mais la lutte entre les rivières ne semble pas terminée et il est permis d'entrevoir dans l'avenir que les derniers restes de la Meuse française seront soutirés par les vallées de la Bar et de l'Ingressin, et que la Seine sera alors directement aux prises avec le Rhin.

» Par toutes les captures, de larges brèches ont été creusées dans les anciennes barrières, les grandes voies historiques se sont ouvertes de l'ouest à l'est au commerce comme à la guerre, l'homme a pu pénétrer en Lorraine, ainsi que le prouvent les restes de l'industrie néolithique qui s'y sont rencontrés.

» Plus tard les routes, les canaux et les voies ferrées ont utilisé les mêmes passages naturels, dont l'ouverture avait été si laborieuse.

» En terminant, il est curieux de remarquer que la lutte épique des

rivières, qui a livré à l'homme l'accès des plateaux lorrains, n'a fait que préparer le théâtre ou devaient se dérouler les guerres acharnées de deux races, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la rétrogradation de l'empois d'amidon.* Note de M. L. MAQUENNE, présentée par M. Roux.

« On sait depuis longtemps que certaines variétés d'amylodextrines perdent d'elles-mêmes leur solubilité dans l'eau, mais jusqu'ici on n'a encore signalé explicitement aucune transformation moléculaire de l'amidon simplement gélifié. La seule indication précise qui, à ma connaissance, se rapproche des faits exposés dans cette Note nous a été fournie par M. Lindet, qui attribue le rassissement du pain à une rétrogradation de l'amylodextrine ou de l'amidon *muqueux* et montre, en effet, que dans la mie la quantité d'amidon inattaquable par l'acide chlorhydrique dilué, à la température de 36°, augmente à mesure qu'on s'éloigne du moment de la cuisson [1].

» Il suffit cependant de maintenir pendant quelques jours, en milieu aseptique, une gelée homogène d'amidon, pour la voir, de translucide qu'elle était d'abord, devenir peu à peu opaque et finalement déposer des grumeaux dont l'apparition rappelle le phénomène de la contraction du coagulum, étudié autrefois par Grimaux. J'ai reconnu que ce changement d'aspect est dû à une transformation de l'amidon, qui tend à prendre la forme d'amylocellulose décrite par Brown et Héron.

» Non colorable par l'iode, inattaquable par le malt, très lentement hydrolysée par les acides minéraux étendus et bouillants [2], cette matière se dissout au contraire assez bien dans une lessive de potasse, et la liqueur neutralisée se colore à nouveau par l'iode en bleu pur : ce caractère, déjà reconnu par Brown et Héron, semble indiquer dans l'amylocellulose la présence d'une fonction lactonique, résultant sans doute d'une déshydratation partielle de la molécule primitive d'amidon.

» La transformation est progressive; sa vitesse décroît avec le temps sans devenir nulle après 20 jours de conservation; elle s'observe enfin avec

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 908 et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 633.

(2) Il se forme ainsi du glucose ordinaire, que l'on a réussi à faire cristalliser, comme avec l'amidon normal.

la pseudo-solution d'amidon préparée à 130° aussi bien qu'avec l'empois ordinaire et par conséquent est de nature purement chimique, indépendante de l'intervention de tout enzyme ou microorganisme.

» Les résultats suivants donneront une idée suffisante de l'allure générale du phénomène.

» *Expérience I.* — 2g de fécule (non desséchée) par essai; on gélifie par un chauffage de 5 minutes à 100° avec 40cm³ d'eau, on conserve avec quelques gouttes de toluène, puis on saccharifie à froid, par 20cm³ d'une même solution d'amylase. Après 24 heures on filtre et l'on dose l'extrait sec dans la liqueur claire, en négligeant la matière soluble apportée par le malt (environ 0g,3).

	Extrait sec total.	Perte en matière soluble	
		absolue.	pour 100.
Début	g 2,0682		
Après 2 jours	1,9518	g 0,1164	5,6
» 4 jours	1,9152	0,1530	7,4
» 8 jours	1,8384	0,2298	11,1
» 10 jours	1,7898	0,2784	13,4

» *Expérience II.* — 2g de fécule dans 40cm³ d'eau; on gélifie par 2 minutes de chauffe dans un bain d'eau bouillante, puis on maintient pendant 15 minutes en autoclave à 110° et l'on conserve sans addition. La saccharification est faite à froid par 10cm³ d'une même infusion de malt (15g pour 150cm³ d'eau) et en présence de toluène. Après 24 heures, on dose dans les liqueurs filtrées l'extrait sec et le maltose, en tenant compte, cette fois, des apports imputables à la solution de diastase (0g,174 de matière soluble et 0g,0828 de maltose pour 10cm³).

» Le dosage du maltose a été effectué par la méthode à l'hyposulfite de sodium, que j'ai décrite il y a quelques années [1].

	Matière soluble.	Maltose formé.	Différences pour 100.		Rapport du maltose à l'extrait sec.
			Extrait sec.	Maltose.	
Début	g 1,710	g 1,206	»	»	0,705
Après 2 jours	1,634	1,136	4,4	5,8	0,695
» 4 »	1,604	1,123	6,2	6,9	0,700
» 6 »	1,584	1,110	7,3	8,0	0,701
» 8 »	1,561	1,100	8,7	8,8	0,705
» 12 »	1,546	1,080	9,6	10,4	0,698
» 16 »	1,531	1,066	10,5	11,6	0,696
» 20 »	1,515	1,053	11,4	12,7	0,695

» Ces chiffres montrent que l'extrait sec renferme constamment la même propor-

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 926.

tion centésimale de maltose; la portion d'empois qui reste attaquable est donc toujours identique à elle-même, ce qui témoigne de l'homogénéité de la matière première et exclut l'hypothèse d'un dédoublement possible de la fécule en deux principes distincts, dont l'un serait transformable en maltose et l'autre non saccharifiable.

» *Expérience III.* — 200g d'empois de fécule à 4 pour 100 par essai; on stérilise par 15 minutes de chauffe à 120° et l'on saccharifie par 25cm³ d'extrait de malt, à froid. Au bout de 24 heures on dose le résidu insoluble, par dessiccation sur filtre taré à 110°.

	Résidu insoluble	
	absolu.	pour 100.
	g	
Début	0,108	1,35
Après 2 jours	0,213	2,66
» 4 »	0,429	5,36
» 6 »	0,566	7,07
» 8 »	0,665	8,31
» 12 »	0,730	9,12

» On voit qu'après deux semaines la rétrogradation de l'empois atteint environ le dixième de la masse totale, sans être encore complètement arrêtée. Cette substance est donc susceptible de se transformer spontanément en amylocellulose, c'est-à-dire en un corps qui n'est plus attaquable par les diastases du malt; sa transformation s'accomplit lentement, avec une vitesse décroissante, ce qui porte à croire qu'elle est limitée; enfin il semble qu'elle soit d'autant plus rapide que l'amidon a été moins fortement chauffé au moment de sa gélification.

» Il est vraisemblable qu'elle est influencée par la présence des matières minérales que renferme la fécule ou que l'eau arrache au verre pendant la stérilisation; c'est un point sur lequel je me propose d'entreprendre de nouvelles recherches. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une bactérie oxydante, son action sur l'alcool et la glycérine.* Note de M. **R. Sazerac**, présentée par M. Roux.

« En étudiant un vinaigre de vin, je fus frappé de la propriété qu'il possédait de réduire fortement à froid la liqueur de Fehling, alors que la cuve d'acétification ne contenait pas la bactérie du sorbose dont la présence eût pu expliquer le pouvoir réducteur du liquide, par son action sur la glycérine du vin. On sait en effet depuis les travaux de M. G. Bertrand, que la bactérie du sorbose transforme la glycérine en un sucre possédant le pouvoir réducteur à froid, la dioxyacétone [1].

» En ensemençant quelques gouttes du vinaigre en question sur du

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 842.

bouillon de levure glycériné, j'obtins des cultures qui au bout de peu de temps réduisaient le réactif cupropotassique. Le voile microbien formé contenait un microbe fort différent, par sa forme, du *mycoderma aceti* et de la *bactérie du sorbose*. Isolé avec soin sur plaques de gélose glycérinée à 2 pour 100, il donna constamment, sur bouillon glycériné, des cultures bien homogènes et possédant le pouvoir réducteur à froid.

» C'est un bactérium assez gros, dont les articles croissent isolés ou associés deux par deux, quelquefois en forme de V.

» Il se colore facilement par les couleurs basiques d'aniline, de préférence par le violet de gentiane. Il ne prend pas le Gramm.

» Son milieu d'élection est le bouillon de levure glycériné à 2 pour 100. Sa température d'élection est au voisinage de 28°-30°.

» Il ne cultive pas sur bouillon de viande. On n'obtient pas de colonies sur pomme de terre. Sur gélose glycérinée, la culture est facile et donne des colonies épaisses. Je n'ai pas réussi à obtenir de cultures sur le milieu artificiel de Pasteur qui convient bien au *mycoderma aceti*.

» Provenant d'une cuve d'acétification en pleine marche, ce bactérium pouvait être considéré, jusqu'à un certain point, comme un microbe acétifiant. Toutefois l'expérience montre qu'il consomme difficilement l'alcool éthylique. Il cultive mal sur le bouillon de levure alcoolisé et le rendement maximum en acide acétique correspond à peine à la combustion de 50 pour 100 de l'alcool à acétifier, comme il résulte de l'expérience suivante :

» Une série de matras coniques contenant 50$^{cm^3}$ de bouillon de levure alcoolisé à 4 pour 100 sont ensemencés avec le bactérium et mis à l'étuve à 30°. L'acidité totale calculée en acide acétique donne pour des intervalles de 48 heures les chiffres suivants :

Après						
2 jours.	4 jours.	6 jours.	8 jours.	10 jours.	12 jours.	15 jours.
0^g,135	0^g,432	0^g,639	0^g,585	0^g,852	0^g,555	0^g,495

» On obtient donc un poids maximum de 0^g,852 en acide acétique, alors que le liquide de culture contient environ 2^g d'alcool.

» Ces résultats différencient encore le microbe étudié du *mycoderma aceti* et de la bactérie du sorbose qui, tous deux, acétifient rapidement et en totalité l'alcool qui leur est offert.

» Toutefois ce microbe oxydant semble se rapprocher sensiblement de la bactérie du sorbose au point de vue de son action biochimique sur les

alcools polyatomiques. Vis-à-vis de la glycérine son action est identique. A ce titre il s'éloigne encore du *mycoderma aceti* dont l'action sur la glycérine, bien que très lente, correspond à une combustion complète, ainsi qu'il résulte d'un travail publié en collaboration avec M. Bertrand (¹).

» L'extraction du corps réducteur contenu dans les cultures de bouillon glycériné peut être faite par la méthode indiquée par M. G. Bertrand pour la dioxyacétone des cultures de bactérie du sorbose (²). Le sirop obtenu est combiné au bisulfite de sodium en solution concentrée. La combinaison résultante correspond au composé bisulfitique donné par la dioxyacétone comme le prouve le dosage du sodium à l'état de sulfate; en effet, le poids de sodium contenu dans 1^g de la combinaison bisulfitique est de $0^g,1175$; dans le cas du composé bisulfitique de la dioxyacétone, le poids du sodium combiné est de $0^g,1186$.

» En décomposant la combinaison bisulfitique par l'acide sulfurique, on obtient un corps présentant toutes les propriétés de la dioxyacétone. Il possède une légère saveur sucrée et fond aux environs de 60°. Le dosage du carbone et de l'hydrogène a donné les chiffres suivants calculés pour 100:

$$C = 39,95, \qquad H = 6,75$$

qui concordent bien avec les chiffres calculés dans le cas de la *dioxyacétone*

$$C = 40, \qquad H = 6,66.$$

» J'ai pu voir, en outre, que ce bactérium consomme d'autres alcools polyatomiques, tels que l'érythrite et la sorbite, en donnant des corps qui réduisent à froid la liqueur de Fehling, tandis qu'avec certains autres alcools, tels que la mannite, il n'y a pas formation de corps réducteur.

» Les faits précédents montrent qu'il existe, dans certains vinaigres, une bactérie oxydante, toute différente, par sa forme et l'apparence de ses cultures, de la bactérie du sorbose, et capable d'oxyder rapidement la glycérine pour la transformer en dioxyacétone. Cette bactérie se distingue, en outre, des microbes des vinaigres décrits jusqu'ici, par son faible pouvoir acétifiant. Je propose donc de la ranger dans la classe des microbes oxydants, en dehors des microbes acétifiants par excellence, tels que le *mycoderma aceti.* »

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXII, 1901, p. 1054.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXVI, 1898, p. 984.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la production du glucose, sous l'influence de la vie asphyxique, par les tissus du* Bombyx mori, *aux diverses phases de son évolution.* Note de M. F. **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans des Notes précédentes, publiées avec M. Cadéac (*Comptes rendus*, 28 avril 1902, 16 juin 1902, 12 janvier 1903, avril 1903), nous avons établi que les tissus de Mammifères élaborent du glucose, lorsqu'on les soumet, *in vivo* ou *in vitro*, à diverses influences, telles que les traumatismes, ou la vie asphyxique.

» Il était intéressant de vérifier la constance de cette fonction dans les autres groupes de la série animale. Dans ce but, j'ai entrepris une série de recherches, en m'adressant à des représentants des différentes classes de Vertébrés ou d'Invertébrés.

» Dans cette Communication, je fais connaître les résultats obtenus avec les tissus du *Bombyx mori* (race à cocons jaunes), expérimenté sous forme de larve, de chrysalide ou de papillon.

» Claude Bernard a déjà signalé la présence du glucose chez les insectes adultes, et l'absence de ce même élément dans les formes larvaires ; le sucre apparaissant pendant le stade de chrysalide. Sur le *Bombyx mori*, j'ai observé les mêmes phénomènes.

» J'ai constaté en outre, que les tissus de larve, de chrysalide ou d'insecte adulte, renfermant ou non du glucose, élaborent toujours du sucre lorsqu'on les soumet à une vie asphyxique de 18 à 24 heures.

» Pour les larves, il est nécessaire d'opérer sur les tissus des parois du corps, le contenu intestinal renfermant du glucose en abondance. Pour cela, il suffit d'inciser la larve sur toute sa longueur, et de désagréger la masse viscérale sous un filet d'eau.

» Pour les chrysalides et les papillons, on peut se servir de l'insecte entier et vivant ; l'animal étant à jeun, son tube digestif est privé de sucre.

» L'asphyxie des tissus ou des animaux vivants est réalisée par leur immersion dans un bain d'huile. Ce dernier est stérilisé et privé d'air, par une ébullition préalable.

» Les tissus, ou animaux entiers, avant d'être placés dans l'huile, sont plongés pendant quelques instants dans une solution de fluorure de sodium à 2 pour 100, pour opérer la destruction des germes qui pourraient se trouver en surface.

» En prenant ces précautions, on se met à l'abri de toute putréfaction, les tissus sont retirés de l'huile, absolument intacts, après un séjour de 24 heures.

» Le bain d'huile est maintenu à la température du laboratoire.

» La recherche du glucose porte sur les bouillons de tissus, préparés et déféqués comme il a été dit dans les Notes précédentes. La recherche qualitative est effectuée au moyen de la phénylhydrazine, et le dosage à l'aide de la liqueur de Fehling.

» Les résultats en glucose, donnés dans la suite, sont toujours ramenés à 100g de tissus.

Expérience I (20 juin 1902). — *Larves sur le point de filer.*

Parois du corps débarrassées de la masse intestinale.. *Absence de glucose*
Quantité de glucose formée après une asphyxie de 26 heures.................................... 2cg, 5

Expérience II (20 juin). — *Jeunes cocons de un ou deux jours.*

» Les uns renferment déjà des chrysalides, les autres renferment encore des larves. Chrysalides et larves sont séparées et font l'objet de deux expériences.

Larves (on a opéré sur l'animal entier)............ *Absence de glucose*
Quantité de glucose formée après 22 heures d'asphyxie.................................... 8cg, 8
Chrysalides jeunes.................................... *Absence de glucose*
Quantité de glucose formée après 22 heures d'asphyxie.................................... 3cg, 7

Expérience III (26 juin). — *Cocons déjà anciens*
(le cinquième jour avant la première éclosion).

Chrysalides.................................... *Traces de glucose*
Quantité de glucose formée après 17 heures d'asphyxie.................................... 3cg, 6

1er juillet. — *Cocons sur le point d'éclore*
(même origine que les précédents, jour de la première éclosion).

Chrysalides.................................... *Présence de glucose*
(il s'en est formé 4cg, 4 depuis le 26 juin).
Quantité de glucose formée par une asphyxie de 17 heures.................................... 0cg, 7

Expérience IV (7 juillet). — *Cocons sur le point d'éclore.*

Chrysalides.................................... *Présence de glucose*
Quantité de glucose formée après 17 heures d'asphyxie.................................... 6cg, 5

Expérience V (7 juillet). — *Papillons.*

De même origine que les cocons de l'expérience précédente. La plupart sont fécondés et ont déjà pondu.. *Présence de glucose*
Quantité de glucose formée pendant 24 heures d'asphyxie.................................... 6cg, 6

» *Conclusions*. — Des expériences qui précèdent, il est permis de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les tissus de vers à soie ou de jeunes chrysalides ne renferment pas trace de glucose, mais ils peuvent en produire par une asphyxie de 18 à 24 heures ;

» 2° Le sucre fait son apparition dans les tissus de l'animal vers la fin du stade chrysalidaire. A partir de ce moment, il augmente jusqu'à la transformation de la chrysalide en insecte parfait, dans les tissus duquel on le retrouve d'une façon constante ;

» 3° Les chrysalides anciennes et les papillons, bien que renfermant normalement du glucose, jouissent de la faculté d'en élaborer à nouveau, sous l'influence de l'asphyxie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **H. Ribaut**, présentée par M. Bouchard.

« En 1888, M. J. de Rey-Pailhade a montré que, si l'on mélange du soufre à de l'extrait de levure de bière, ce mélange dégage de l'hydrogène sulfuré. Cet auteur, pour expliquer ce fait, admit qu'il existait dans l'extrait de levure un principe immédiat, qu'il appela *philothion*, jouissant de la propriété d'hydrogéner le soufre à froid en milieu légèrement acide. Il observa des faits analogues pour des extraits d'organes ou de tissus animaux et végétaux et conclut plus tard que le philothion était un ferment soluble hydrogénant, une hydrogénase.

» Les recherches que nous avons entreprises tendent à montrer que cette dernière conclusion ne saurait être acceptée et que la production d'hydrogène sulfuré par les extraits organiques additionnés de soufre ne présente pas les caractères d'une action diastasique.

» Avant nous, M. Ernst Rösing (Thèse de doctorat de Rostock, 1891) étudiant l'oxydation de l'ovalbumine en présence du soufre avait constaté : 1° que la production d'hydrogène sulfuré était limitée ; 2° que les antiseptiques, même à forte dose, ne l'empêchaient pas et concluait que ces deux ordres de faits plaidaient contre la nature diastasique de la réaction ; la production d'hydrogène sulfuré était la conséquence de l'oxydation (de l'hydroxylation selon ses propres termes) de l'albumine en présence de l'eau.

» Voici les faits que nous avons observés :

» 1° Si l'on fait un extrait de foie (de cheval ou de veau) en présence de fluorure de sodium à 2 pour 100 $\left(\begin{matrix}\text{eau}\\\text{foie}\end{matrix}\right\} aa\Big)$; si l'on mélange cet extrait avec du soufre et si l'on acidifie légèrement par de l'acide tartrique, le mélange abandonné à une douce température ou mieux à la température de 40° produit de l'hydrogène sulfuré.

» 2° Si l'on soumet l'extrait à l'ébullition pendant quelques minutes et si, après refroidissement, on ajoute du soufre, il se produit de l'hydrogène sulfuré, que la réaction du mélange soit légèrement alcaline, neutre ou légèrement acide. Non seulement l'ébullition préliminaire n'a pas supprimé cette réaction, mais elle en a accru au contraire l'intensité.

» 3° On peut même soumettre l'extrait à la température de 120° et 130° pendant quelques minutes. Après refroidissement et addition de soufre, on observe un dégagement abondant de H^2S, plus marqué que dans les cas précédents. La température élevée paraît avoir favorisé cette réaction.

» 4° On acidifie légèrement l'extrait de foie par de l'acide tartrique; on porte à l'ébullition; les albumines se précipitent. On filtre. Le filtrat clair additionné de soufre noircit, mais faiblement, le papier à l'acétate de plomb. Le résidu composé d'albumines coagulées, lavé à plusieurs reprises, puis additionné de soufre, noircit rapidement et énergiquement le papier réactif.

» 5° Si l'on chauffe au bain-marie bouillant de l'extrait de foie légèrement acidifié par l'acide tartrique, on observe la production d'un peu d'hydrogène sulfuré. Si, après un quart d'heure, l'extrait étant toujours dans le bain-marie bouillant, on ajoute un peu de soufre, le dégagement de H^2S s'accentue manifestement. Les mêmes faits peuvent être observés avec l'extrait de levure de bière.

» 6° Dans ces conditions (mélange d'extrait de foie et de soufre au bain-marie bouillant), nous avons pu obtenir au bout de 2 heures $0^g,0038$ d'hydrogène sulfuré.

» 7° Nous avons observé des faits semblables avec une solution d'ovalbumine pure.

» 8° D'autres matières albuminoïdes : gélatines, peptones, caséine, additionnées de soufre, ne donnent pas d'hydrogène sulfuré à 40°, mais en produisent au contraire à la température de l'ébullition; l'ovalbumine donne de l'H^2S à la température de 40°.

» Nous concluons :

» 1° Que la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes seuls ou additionnés de soufre ne saurait être considérée comme un phénomène de nature diastasique;

» 2° Que les matières albuminoïdes possèdent à des degrés divers le pouvoir de dégager de l'hydrogène sulfuré quand on les chauffe soit seules, soit en présence de soufre.

» Nous nous proposons de donner, dans une prochaine Note, le résultat de nos recherches sur le mécanisme de cette réaction. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de la circulation marine.* Note de M. J. Thoulet.

« Dans l'intention d'étudier la circulation sous-marine, j'ai cherché à caractériser les eaux de mer par un certain nombre de caractéristiques, permettant de reconnaître si deux échantillons pris à faible distance l'un de l'autre font partie de ce même fleuve sous-marin qu'est un courant. En procédant ainsi de proche en proche, je me suis proposé de suivre et par conséquent de découvrir ce courant depuis son lieu de départ jusqu'à son lieu d'arrivée. J'ai employé, pour caractéristiques statiques, la densité à zéro ou densité normale de l'échantillon, l'halogénie ou poids total des halogènes, dosé par titration à l'azotate d'argent contenu dans 1^{kg} de l'échantillon, et, dans la même quantité d'eau, le poids d'acide sulfurique obtenu par précipitation à l'aide du chlorure de baryum. Comme caractéristique dynamique, j'ai choisi la densité *in situ,* c'est-à-dire ramenée à la température possédée alors par le titre de l'échantillon et corrigée de l'effet de compression exercée par les couches d'eau sus-jacentes. Dans un même plan parallèle à la surface, quelle que soit la profondeur, l'eau s'écoule de l'échantillon de plus faible densité *in situ* vers l'échantillon de plus forte densité *in situ,* avec une vitesse proportionnelle au gradient de densité, c'est-à-dire à la différence de ces deux densités à l'unité de distance.

» Le procédé pratique consiste à recueillir le plus grand nombre possible d'échantillons d'eaux sur une même verticale, opération singulièrement facilitée par l'emploi de bouteilles Richard; à multiplier les séries et à les analyser au point de vue des quatre caractéristiques dynamiques et statiques. On les dispose ensuite en schémas correspondant à chacune des stations. Chaque irrégularité insolite des courbes est l'indice probable d'un courant, dont la profondeur est ainsi indiquée. Pour établir le réseau des courants sur un espace de mer déterminé, on coupe la masse des eaux océaniques à des distances connues de la surface par des séries de plans parallèles, sur chacun desquels on trace les aires isopycnes ou d'égale densité *in situ,* à l'aide des schémas verticaux des stations. En multipliant le nombre des stations, on parvient à reconnaître la circulation océanique dans la région considérée, absolument comme un zoologiste se renseigne sur la structure interne d'un animal mou par l'examen

de chacune des sections parallèles qu'il aura pratiquées au microtome à travers son corps.

» Le Prince de Monaco a bien voulu me confier les échantillons d'eaux recueillis par lui pendant plusieurs de ses campagnes océanographiques dans l'Atlantique nord ; environ 120, dont 75 compris entre la surface et 6035^{m}, proviennent de la campagne de 1092 aux Açores.

» Tous ces échantillons ont été analysés (densité à zéro, densité *in situ*, halogénie, acide sulfurique, ammoniaque libre, ammoniaque albuminoïde) et les résultats mis sous forme de graphiques. Les densités normales à zéro étant comptées en abscisses, l'halogénie et la teneur en acide sulfurique étant comptées en ordonnées, on reconnaît qu'aucune caractéristique ne donne une courbe linéaire, mais que l'ensemble des points marqués constitue une bande notablement plus large, surtout pour l'acide sulfurique, que ne le comporte l'erreur expérimentale évaluée et représentée graphiquement.

» Je me réserve d'étudier en détail les variations de chacune de ces variables. Mais, dès à présent, la vue seule du graphique, en montrant qu'à une même densité normale correspondent plus d'une seule valeur de l'une quelconque des caractéristiques, permet d'établir trois conclusions :

» 1. L'eau de mer ne saurait être considérée comme de l'eau distillée contenant en solution une quantité plus ou moins considérable d'un même mélange de sels.

» 2. La densité normale à zéro, l'halogénie et la teneur en acide sulfurique sont bien réellement des caractéristiques statiques des eaux de mer, dont elles laissent reconnaître la personnalité et qu'elles permettent, par conséquent, de suivre de proche en proche, à quelque profondeur que ce soit, dans la masse même des eaux océaniques.

» 3. Les Tables de ces diverses variables, et d'autres encore, calculées d'après des moyennes ou autrement, et ne donnant qu'une valeur unique de chaque variable pour l'une quelconque d'entre elles prise comme terme de comparaison, ne sont pas conformes à la réalité. »

M. V. Génin adresse, par l'entremise de M. Haller, une Note intitulée : « Calcul rapide du mouillage et de l'écrémage du lait ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Marey, Haller.)

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JUIN 1903.

Cours de Physique mathématique de la Faculté des Sciences. *Théorie analytique de la Chaleur mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière*, par J. BOUSSINESQ, Membre de l'Institut. Tome II : *Refroidissement et échauffement par rayonnement, conductibilité des tiges, lames et masses cristallines, courants de convection, théorie mécanique de la lumière*. Paris, Gauthier-Villars, 1903 ; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude sur les deux derniers cyclones ressentis à Madagascar, 10, 11, 12 *décembre* 1902 *et* 22, 23, 24 *mars* 1903, par le R. P. COLIN, Directeur de l'Observatoire de Tananarive, Correspondant de l'Institut. Tananarive, Imprimerie officielle, 1903 ; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par PHILON DE BYZANCE, édité d'après les versions arabes d'Oxford et de Constantinople et traduit en français par le Baron CARRA DE VAUX. (Tiré des Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres Bibliothèques, t. XXXVIII.) Paris, Imprimerie nationale, 1902 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

L'architecture du sol de la France, essai de Géographie tectonique, par le commandant O. BARRÉ. Paris, Armand Colin, 1903 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Étude géologique de la Tunisie centrale, par L. PERVINQUIÈRE. Paris, F.-R. de Rudeval, 1903 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Munier-Chalmas. Hommage de l'auteur.)

Philosophie des Sciences sociales, par RENÉ WORMS. I. *Objet des Sciences sociales.* Paris, V. Giard et E. Brière, 1903 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par AIMÉ WITZ ; 4e édition, refondue et entièrement remaniée. T. I : Histoire et classification des moteurs, étude du gaz de ville, de l'air carburé ; gaz pauvre, gaz des hauts fourneaux, acétylène, pétrole, gazoline et alcool. Gazogènes, théorie générique et expérimentale des moteurs, mesure et calcul de la puissance, résultats des essais. Paris, E. Bernard, 1903 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut ; t. XV, n° 174, livraison du 15 juin 1903. Paris, Librairie générale de l'enseignement ; 1 fasc. in-8°.

Détermination de la parallaxe annuelle de l'étoile BD+37° 4131, par OSTEN BERGSTRAND. Upsal, Edv. Berling, 1902 ; 1 fasc. in-4°.

Las ultimas erupciones del volcan Colima, por SEVERO DIAZ. Mexico, 1903 ; 1 fasc. in-12.

Louisiana purchase centennial, dedication ceremonies Saint-Louis, U. S. A., april 30 *th and may* 1st 2nd 1903. (*World's Fair Bull.*, vol. IV, n° 8.) Saint-Louis, (États-Unis), 1903; 1 fasc. in-4°.

Report of the State geologist on the mineral industries and Geology of certain Areas of Vermont, 1901-1902, George-H. Perkins. Albany, 1902; 1 vol. in-8°.

Synoptische Tabellen der täglichen Niderschläge an allen meteorologischen Stationen der Ostseeprovinzen im Jahre 1900, zusammengestellt von Prof. Dr B. Sresnewsky. Jurief, C. Mattiesen, 1903; 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Jurjew im Jahre 1902, 37er Jahrgang. Jurief, 1903; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 juin 1903.)

Note de MM. *Em. Vigouroux* et *Hugot*, Sur l'amidure et l'imidure de silicium :

Page 1670, ligne 16, *au lieu de* dimidure, *lisez* diimidure.

Même page, ligne 27, *au lieu de* un récipient de fer, *lisez* un récipient de verre.

Même page, ligne 29, *au lieu de* est continuée, *lisez* est constituée.

Page 1671, ligne 2, *au lieu de* l'une avant l'autre, après l'amenée, *lisez* l'une avant, l'autre après l'amenée.